



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**“DISEÑO DE MINI ACUEDUCTO POR GRAVEDAD DE LA COMUNIDAD LOS
MOLLEJONES, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DE BOCAY, DEPARTAMENTO DE
JINOTEGA”**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Claudia Linett Hernández López

Tutor

Ing. Byron Antonio Silva Rocha

Asesor

M. Sc Ing. José Ramón Torres Cardoza

Managua, Diciembre 2019

Viernes, 22 de Noviembre de 2019

Ref: BSR 04 – 11 – 2019

Dr. Oscar Gutiérrez Somarriba
Decano
Facultad de Tecnología de la Construcción
Universidad Nacional de Ingeniería - UNI
Su Despacho

Estimado Dr. Gutiérrez:

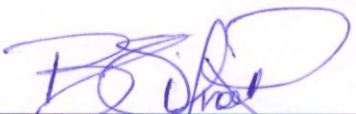
Aprovecho la ocasión y de manera muy cordial para saludarle, siempre deseándole éxitos en sus funciones.

Es de mi agrado informarle que el tema monográfico titulado **“DISEÑO DE MINI ACUEDUCTO POR GRAVEDAD DE LA COMUNIDAD LOS MOLLEJONES, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DE BOCAY, DEPARTAMENTO DE JINOTEGA”**, elaborado por la Bachiller Br. Claudia Linett Hernández López, ha sido revisado totalmente por mi parte y cumple con los requisitos para que sea evaluado por un jurado que usted designe, siguiendo con los procedimientos para optar a Título de Ingeniero Civil de la sustentante.

Estamos a la orden para abordar mayores detalles y agradeciendo su atención.

Sin otro motivo, le saludo

Fraternalmente,


Ing. Byron Silva Rocha
Docente FARQ – FTC / UNI

© Ing. Jhorquin Gaitán – Dpto. de Culminación de Estudios FTC
Archivo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
DECANATURA

DEC-FTC-REF-No.236

Managua, 09 Noviembre del 2019

Bachiller

CLAUDIA LINETT HERNÁNDEZ LÓPEZ

Estimados (as) Bachiller:

Es de mi agrado informarles que el PROTOCOLO de su Tema **MONOGRAFICO**, titulado **"DISEÑO DE MINI ACUEDUCTO POR GRAVEDAD DE LA COMUNIDAD LOS MOLLEJONES, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DE BOCAY, DEPARTAMENTO DE JINOTEGA"**. Ha sido aprobado por esta Decanatura.

Asimismo les comunico estar totalmente de acuerdo, que el (la) **Ing. Byron Antonio Silva Rocha**, sea el (la) tutor (a) de su trabajo final.

La fecha límite, para que presenten concluido su documento, debidamente revisado por el tutor guía será **el 05 de Mayo del 2020**

Esperando puntualidad en la entrega de la Tesis, me despido.

Atentamente,

Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba

Decano



CC: Protocolo

Tutor – Ing. Byron Antonio Silva Rocha

Archivo*Consecutivo

Dedicatoria

- A Dios Todopoderoso** : Por haber iluminado mi mente y guiar mis pasos para lograr terminar esta meta en mi vida.
- A Nuestra Madre** : La Santísima Virgen María, quien Nunca nos desampara e intercede por nuestras peticiones ante nuestro Padre Celestial
- A mi Madre** : Juana Francisca López González que siempre a creído en mí y me ha apoyado siempre.
- A mi esposo** : José Ramón Torres Cardoza, quien a lo largo de mi carrera me ha apoyado incondicionalmente.
- A mis hijos** : Miguel Ángel, Christian Nathanael, José Manuel, Andrés (QDEP) y Felipe (QDEP) quienes han sido mi aliciente para continuar profesionalizándome y tratar de darles un futuro mejor.

Cariñosamente;

Claudia Linett Hernández López

Agradecimiento

Deseo expresar mi agradecimiento a mi tutor el Ing. Byron Silva Rocha, por orientarme y criticarme constructivamente durante el desarrollo de esta monografía.

A mi asesor Ing. José Ramón Torres Cardoza, quien tuvo la paciencia de orientarme, enseñarme, durante mi investigación, nunca me negó su tiempo, y que me animo a seguir con mis estudios durante mi carrera.

Al Ing. Yener Traña del Área de Proyectos de la Alcaldía Municipal de San José Bocay por brindarme la información necesaria durante la etapa de investigación.

A mis apreciables amigos: Karla Sánchez Paladino y Mario Robles Quintero, que estuvieron siempre para mí, apoyándome cuando más los necesite.

Al Ing. Roberto Wood e Ing. Alejandrina Jara que con su sencillez, humildad y sabiduría me aconsejaron y me regalaron su valiosa amistad.

Expreso la satisfacción de haberme graduado de Ingeniera Civil en esta Alma Mater, donde un día entramos muchos y llegamos a la meta solamente aquellos que perseveramos hasta el final.

Y sobre todo agradezco a Dios Misericordioso por el don de la Vida y permitirme llegar a este momento culminante de mi carrera.

A todos; muchas gracias

Claudia Linett Hernández López

ABREVIATURAS

ACRÓNIMOS

CAPRE	Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana
CAPS	Comités de Agua Potable y Saneamiento
ENACAL	Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
FISE	Fondo de Inversión Social de Emergencia
INAA	Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
INEC	Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos
INETER	Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales
MARENA	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MINSA	Ministerio de Salud
NTON 09001-99	Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural
NTON 09002-99	Normas técnicas de saneamiento básico rural
OMS	Organización Mundial de la Salud
PRASNIC	Proyecto de Abastecimiento de agua y saneamiento en el medio rural de Nicaragua

UNIDADES DE MEDIDA

cm	Centímetros
gl	Galones
gpm	Galones por minuto
gppd	Galones por persona por día
Hf	Perdidas friccionantes
HI	Perdidas localizadas
Km	Kilómetro

Lppd	Litros por persona por día
Lps	Litros por segundo
Lts	Litros
mm	Milímetros
m/seg	Metros por segundos
m	Metros
m ²	Metros cuadrados
m ³	Metros cúbicos
m.c.a.	Metros columna de agua
mg/lit	Miligramos por litro
msnm	Metros sobre el nivel del mar
pulg.	Pulgadas
UNT	Unidades de Turbidez

DIVERSAS

CMD	Consumo Máximo Día
CMH	Consumo Máximo Hora
CPD	Consumo Promedio Diario
CPDT	Consumo Promedio Diario Total
CTD	Carga Total Dinámica
G.A.	Golpe de Ariete
H.F.	Hierro Fundido
H.G.	Hierro Galvanizado
MAG	Mini Acueductos por Gravedad
PVC	Cloruro de polivinilo

INDICE

RESUMEN EJECUTIVO

CAPITULO I. GENERALIDADES	1
1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes	3
1.3 Justificación	4
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo General.....	5
1.4.2 Objetivos Específicos	5
1.5 Datos Generales del proyecto	6
1.5.1 Ubicación del Proyecto	6
1.5.2 Clima	8
1.5.3 Hidrografía.....	8
1.6 Descripción General del Sistema de Abastecimiento Existente.	10
1.7 Población de la zona de influencia.....	12
1.8 Resultados de encuesta socioeconómica.	12
CAPITULO II: DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO PROPUESTO	16
2.1 Sistema propuesto.....	16
2.2 Fuente de abastecimiento y captación propuesta	16
2.3 Aforos de fuente propuesta	16
2.4 Línea de conducción	17
2.5 Tanque de almacenamiento	18
2.6 Red de distribución.....	18
2.7 Desinfección.....	18
2.8 Nivel de servicio	19
CAPITULO III. MARCO TEÓRICO	20
3.1 Estudio Socio económico	20
3.2 Encuesta	20
3.3 Levantamiento Topográfico	21

3.3.1 Planos topográficos	21
3.4 Proyección de la Población	21
3.5 Nivel de Servicio.....	22
3.6 Dotación	22
3.7 Normas y reglamentos.....	23
3.8 Parámetros de diseño.....	23
3.8.1 Periodo de diseño.....	23
3.8.2 Variaciones de consumo	24
3.8.3 Consumo de Máximo Día (CMD).....	25
3.8.4 Consumo de Máximo Hora (CMH).....	25
3.8.5 Pérdidas en el Sistema.....	25
3.9 Parámetros de Calidad del Agua.	25
3.10 Clasificación de la los Recursos hídricos de acuerdo a su uso	30
3.10.1 Proceso de clasificación de los cuerpos de agua	30
3.11 Capacidad de la fuente.....	32
3.12 Diseño de los Componentes del Sistema	32
3.12.1 Fuente de Abastecimiento.....	32
3.12.2 Captación.....	32
3.12.3 Línea de Conducción	33
3.12.4 Tratamiento y Desinfección	35
3.12.5 Tanque de Almacenamiento	36
3.12.6 Red de Distribución.....	37
3.13 Análisis Hidráulico del SAAP con el programa EPANET.....	37
3.14 Presupuesto estimado y cálculo de cantidad de materiales	38
CAPITULO IV DISEÑO METODOLÓGICO	40
4.1 Realización de Censo, encuesta Socioeconómica y Análisis de los datos colectados en las encuestas	40
4.2 Levantamiento Topográfico	40
4.3 Calidad del Agua.	40
4.4 Diseño de los Componentes del Sistema	41
4.4.1 Método de Cálculo de Proyección de la Población	41

4.4.2	Variaciones de Consumo.....	42
4.4.3	Diseño de línea de conducción por gravedad	42
4.4.4	Golpe de Ariete.....	43
4.4.5	Tratamiento y desinfección	46
4.4.6	Cálculo del volumen de almacenamiento.....	48
4.4.7	Red de distribución.....	50
4.5	Análisis, Cálculo Hidráulico y Simulación del Sistema	50
4.6	Estimación de costo del proyecto.	51
4.6.1	Elaboración de presupuesto	52
4.7	Estudio de Factibilidad.....	52
	CAPITULO V: CALCULOS Y RESULTADOS.....	53
5.1	Método de Cálculo de Proyección de la Población	53
5.2	Caudales de diseño	57
5.3	Capacidad de la fuente	57
5.4	Resultados de la Calidad de Agua.....	57
5.5	Clasificación de la fuente de Agua.....	59
5.6	Diseño hidráulico del sistema	61
5.6.1	Diseño de Línea de Conducción por gravedad en Hoja Electrónica	63
5.6.2	Golpe de Ariete	68
5.7	Tratamiento y desinfección	71
5.8	Análisis, Cálculo Hidráulico y Simulación del Sistema en EPANET	76
5.8.1	Análisis Hidráulico de Línea de Conducción.	76
5.8.2	Análisis Hidráulico de Red de Distribución.	80
5.9	Calculo de Volumen de Almacenamiento	84
5.10	Conexiones domiciliarias	86
5.11	Costo y presupuesto.....	87
5.12	Cálculo de Tarifa	89
5.13	Evaluación Económica	91
5.14	Programación de obras	94
	CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	95
6.1	Conclusiones.....	95

6.2	Recomendaciones.....	96
	BIBLIOGRAFIA	97
	ANEXOS	98

LISTA DE IMAGENES

Imagen N° 1	Macrolocalización del proyecto	6
Imagen N° 2	Microlocalización del proyecto	7
Imagen N° 3	Clasificación Climática según Köppen	8
Imagen N° 4	Captación de Manantial Actual	10
Imagen N° 5	Manguera de Polietileno usada para abastecimiento	10
Imagen N° 6	Localización de Fuente de Agua Propuesta	11
Imagen N° 7	Esquema del Sistema de Agua Propuesto	61
Imagen N° 8	Opciones de Calculo Hidráulico EPANET	76
Imagen N° 9	Esquema de Línea de Conducción EPANET	78

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Periodo de diseño de los componentes de un SAAP	24
Tabla 2.	Parámetros Bacteriológicos	26
Tabla 3.	Parámetros Organolépticos	27
Tabla 4	Parámetros Fisicoquímicos	28
Tabla 5	Parámetros sustancias no deseadas	29
Tabla 6.	Parámetros sustancias inorgánicas de significado para la salud	29
Tabla 7.	Clasificación de cuerpos de agua de acuerdo a sus usos	30
Tabla 8.	Valores de K para diferentes materiales de tubería	46
Tabla 9	Coeficiente de Rugosidad (C) de Hazen -Williams	51
Tabla 10	Población Rural	53
Tabla 11	Dotación de servicio	54

Tabla 12	Dotación de consumo escolar	54
Tabla 13	Proyección Población y consumo	56
Tabla 14	Análisis Comparativo Clasificación del cuerpo de agua a utilizar como captación	59
Tabla 15	Análisis hidráulico de línea de conducción	67
Tabla 16	Calculo para desinfección de Agua	75
Tabla 17	Resultados Obtenidos en Nudos Línea de Conducción	79
Tabla 18	Resultados Obtenidos en Tuberías Línea de Conducción	79
Tabla 19	Proyección de Almacenamiento	85
Tabla 20	Presupuesto de Inversión – Precios Financieros	87
Tabla 21	Resumen de Costos Directos	88
Tabla 22	Resumen de Aportes en Costos Directos	88
Tabla 23	Calculo de Operación, Mantenimiento y Tarifa	90
Tabla 24	Calculo de Inversión precipita	91
Tabla 25	Evaluación Financiera VAN, TIR, C/B	93

RESUMEN EJECUTIVO

La presente monografía, pretende suministrar una alternativa de solución al problema que enfrenta la población de la comunidad Los Mollejones, del municipio de San José de Bocay, ya que no disponen actualmente de un sistema de agua potable, esta situación es un riesgo para la salud de los pobladores, pero especialmente para los niños y niñas que son los más vulnerables.

El diseño del Mini Acueducto por Gravedad proyecta satisfacer las necesidades de agua potable, garantizando un servicio en cantidad, calidad y continuidad, esto con el fin de disminuir las enfermedades de origen hídrico y mejorar el nivel de vida de sus habitantes.

El esquema propuesto es Captación - Línea de Conducción – Tanque – Red, el cual requiere la construcción de las siguientes obras:

- Construcción de 1 Obra de Captación (Dique-toma) de concreto ciclópeo en el sitio de captación de agua superficial. Longitud: 6 metros + aletones. Altura: 1.6 metros.
- Construcción de 1 Filtro Grueso Dinámico (FGDi) como pre tratamiento.
- Instalación de 650 metros de Línea de Conducción.
- Construcción de 1 tanque de 8 m³.
- Instalación de 4,487 metros de Red de distribución.
- Instalación de 49 conexiones domiciliarias con su micro medición.
- Instalación de 7 Válvulas Reguladoras de Presión (VRP) en la red de distribución.

Los resultados entregados en este informe fueron obtenidos mediante visitas, investigaciones y levantamientos de campo realizados en el sitio del proyecto.

El presente documento Monográfico, es expuesto en ocho capítulos; que abordan los siguientes aspectos:

- En capítulo uno es la información general, se hace una descripción general de la comunidad, ubicación, accesibilidad, etc.
- El segundo capítulo se expone la descripción general del sistema propuesto, fuente de abastecimiento, línea de conducción, tanque de almacenamiento, red de distribución, desinfección, etc.
- En el tercer capítulo se refiere al marco teórico, en el cual se estableció las coordenadas básicas para realizar la investigación del presente documento.
- El Cuarto Capítulo se presenta el Diseño Metodológico el cual se refiere a los criterios utilizados de acuerdo a las normativas nacionales e internacionales adoptadas en Nicaragua
- En el quinto capítulo se plasman los cálculos y resultados del diseño. Así como presupuesto, cálculo de tarifa y evaluación económica, el cronograma de ejecución de obras.
- En el Sexto capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO I. GENERALIDADES

1.1 Introducción

El agua es un elemento esencial para mantener la vida. Las necesidades básicas humanas de abastecimiento seguro de alimentos e inmunidad frente a las enfermedades dependen de ella. El desarrollo social y económico de cualquier país se basa así mismo en la disponibilidad de agua limpia. Sin embargo, la realidad es que más de la tercera parte del mundo se ve agobiada por una severa crisis del agua y de saneamiento.

En Nicaragua, el servicio de agua potable se está extendiendo mucho más y con mayor frecuencia en zonas rurales; por lo que organismos no gubernamentales, cooperación externas, los gobiernos municipales en conjunto las comunidades han aunado esfuerzos y fondos para mejorar el abastecimiento de agua potable, dando así mejores condiciones de vida para sus habitantes y un mejor aprovechamiento de los recursos naturales.

Las prioridades de desarrollo del Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional (GRUN) están definidas en el Plan Nacional de Desarrollo Humano (PNDH, 2012), el cual se caracteriza por su enfoque a grupos pobres y vulnerables de la población en todos los sectores, enfatizando a la vez la responsabilidad del Estado.

Según el Plan Nacional de Desarrollo Humano (p.131) *“Los principales objetivos de la política de abastecimiento de agua y saneamiento relacionados a los proyectos de agua son: Aumentar la cobertura efectiva, mejorar la calidad del servicio, promover el uso racional de este recurso, y asegurar el mantenimiento de los sistemas y redes existentes”*.

Las inequidades en el acceso a los servicios de agua y saneamiento continúan

marginando a aquellos grupos con mayores índices de pobreza y menores índices de salud y educación.

Como estudiante de la Universidad Nacional de Ingeniería estamos comprometidos con el desarrollo social y económico de este país, es por ello que se pretende retribuir con estudios que vayan enfocados al cumplimiento de ese compromiso.

Asumiendo ese rol se elaboró el “**Diseño de Mini Acueducto por Gravedad de la comunidad Los Mollejones, Municipio de San José de Bocay, departamento de Jinotega**”, en el que se pretende beneficiar a 47 familias con un total de 203 personas entre hombres, mujeres y niños, habitantes de la comunidad de Los Mollejones. El diseño contemplo conexiones domiciliarias de patio, contribuyendo de esta manera a mejorar las condiciones de vida de sus habitantes.

1.2 Antecedentes

Actualmente en la comunidad Los Mollejones solo el 36% (15 viviendas) se abastece de un sistema de abastecimiento de agua por gravedad construido por el Proyecto de Abastecimiento de agua y saneamiento en el medio rural de Nicaragua (PRASNIC) en el año 2000. El 64% restante lo hace de diferentes recursos hídricos no potables. Con el presente diseño se pretende garantizar el 100% de las viviendas con acceso al agua potable.

Se propuso el Diseño de un Mini Acueducto por Gravedad para que el 100% de la población de la comunidad Los Mollejones tengan acceso a agua potable; por otra parte en el municipio las fuentes de aguas existentes son superficiales, y no existen pozos cercanos al área en estudio, solo existen manantiales y quebradas, de los cuales la población improvisa captaciones y se abastecen de agua directamente con manguera.

El agua que actualmente consumen no es tratada con cloro, esta situación es un riesgo para la salud de los pobladores y especialmente en la niñez que es la más vulnerable.

La mayoría de la población de la comunidad Los Mollejones, del municipio de San José de Bocay son de escasos recursos económicos, las actividades económicas implementadas como fuentes de ingreso en las familias son en su mayoría la producción de granos básicos, otros de más escaso recurso cultivan en pequeñas parcelas los granos básicos para su subsistencia y venden su mano de obra como jornaleros, un pequeño grupo se dedican a la venta de servicios sociales como profesores, enfermeras, pastores evangélicos etc.

Por otra parte, la situación de las fuentes de agua, cada vez más escasas y de mala calidad, esto hace necesario completar la intervención con acciones de conservación si se quiere garantizar la sostenibilidad.

1.3 Justificación

Según datos suministrado por la Alcaldía Municipal de San José de Bocay, en la comunidad Los Mollejones, solo el 36% de las familias tienen acceso al servicio de agua potable, el 64% restante se abastecen de ojos de agua y Quebradas.

La causa principal de este problema es que el Sistema de Agua Potable que existe no es suficiente y es casi obsoleto, ya que apenas se abastecen 15 familias (73 personas aproximadamente), la forma de acceso es diferente, mayoritariamente es un puesto en el patio, un puesto público o del vecino, este problema afecta a 130 personas de la comunidad Los Mollejones, ya que no tienen acceso al agua segura, incrementando los índices estadísticos de enfermedades de origen hídrico (gastrointestinales y dérmicas), problemática que aumenta durante la época de verano. Por otra parte el aumento del trabajo infantil y de la mujer en el hogar para poder abastecerse de agua potable, reduce la calidad de vida de los mismos, ya que deben acarrear agua y abastecerse de otro tipo de agua muchas veces de baja calidad.

El Diseño de Mini Acueducto por Gravedad de la comunidad Los Mollejones, contribuirá a mejorar las condiciones de vida de los pobladores de la comunidad beneficiada, lo cual se logrará a través del acceso al servicio de agua potable, reduciendo el índice de enfermedades de origen hídrico y la disminución del trabajo de la mujer y la niñez en el hogar para abastecerse de agua, creará conciencia en la población sobre la importancia de los recursos naturales, principalmente el agua, así como de las medidas que se deben aplicar para su conservación.

Por los elementos antes descritos, se considera de gran importancia y se justifica el diseño del sistema para el abastecimiento de agua potable en esta zona, que garantice calidad, cantidad y continuidad, aún en periodos de verano, para los habitantes de estas comunidades.

1.4 Objetivos

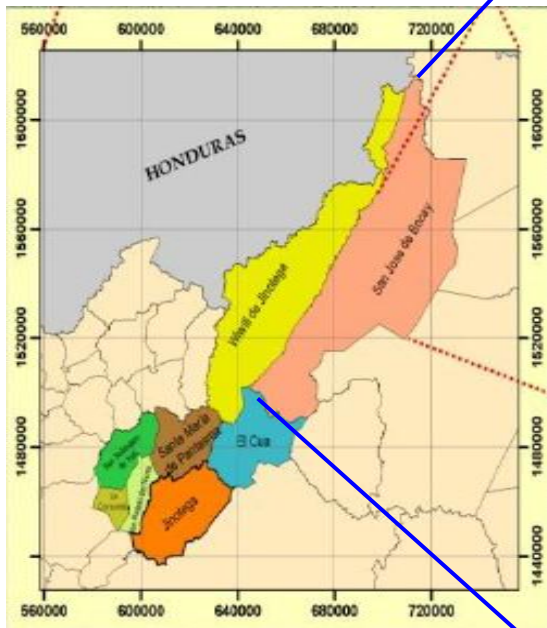
1.4.1 Objetivo General

Diseñar un Mini Acueducto por Gravedad en la comunidad Los Mollejones, Municipio de San José de Bocay, Departamento de Jinotega, que satisfaga la demanda de agua de la población beneficiada, y garantice un servicio continuo de agua potable para un período de 20 años (2020-2039).

1.4.2 Objetivos Específicos

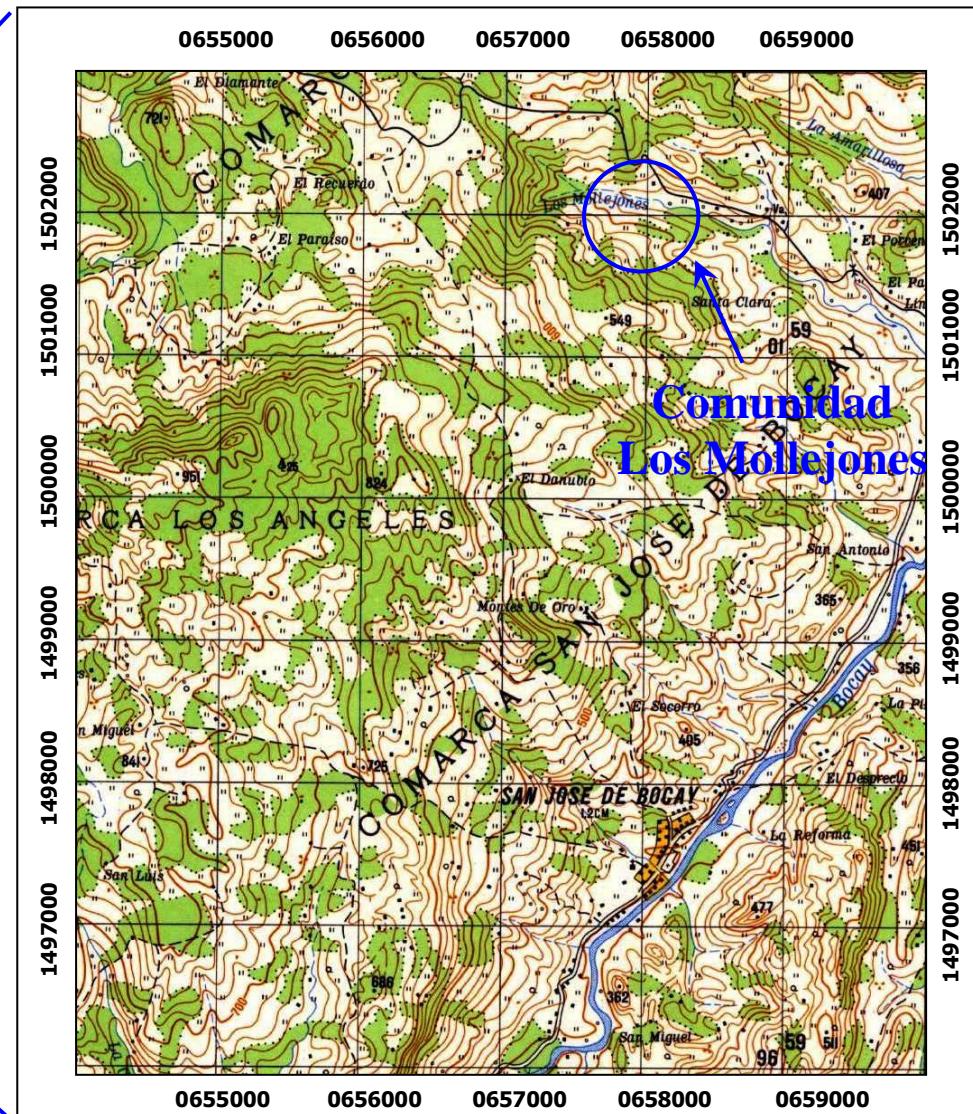
1. Realizar un estudio Socioeconómico de la comunidad.
2. Realizar el estudio de población y consumo de la comunidad.
3. Realizar levantamiento topográfico del sitio donde se proponen realizar las obras.
4. Dimensionar los componentes del sistema de abastecimiento tales como obra de captación, línea de conducción, tanque de almacenamiento y red distribución para la comunidad Los Mollejones.
5. Elaborar el presupuesto de las obras del sistema de abastecimiento.
6. Elaboración de planos constructivos y especificaciones técnicas.

Imagen N° 2 MICROLOCALIZACIÓN EL PROYECTO



Municipio San José de Bocay

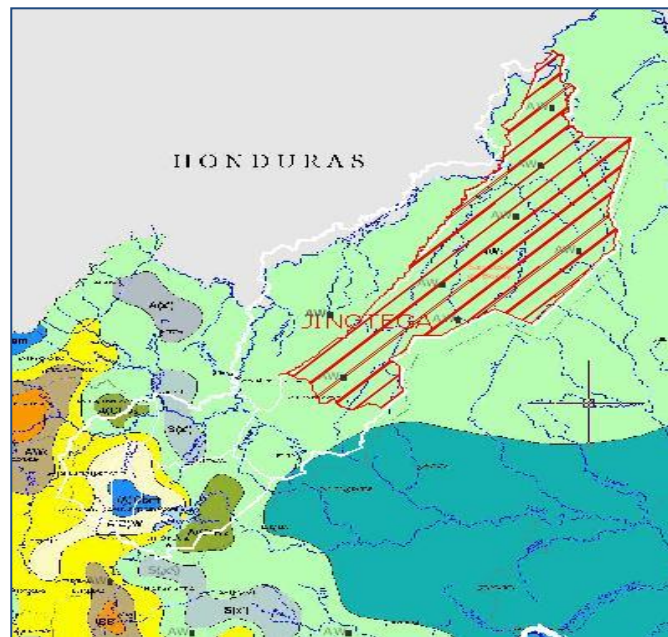
Fuente: Mapa Geodésico "San José de Bocay" N° 3056-I INETER



1.5.2 Clima

De acuerdo al Sistema de Köppen modificado (Enrique García. 1988) en el municipio de San José de Bocay se presentan un solo **tipo Clima Caliente y Sub-Húmedo** con Lluvia en Verano; (AW 0 , AW 1 , AW 2). Se caracteriza por presentar una estación seca (Noviembre - Abril) y otra lluviosa (Mayo – Octubre)

Imagen N° 3 Clasificación Climática según Köppen



Fuente: Volumen I, Diagnóstico de la Infraestructura Vial de la Red de Caminos Vecinales del Municipio de "San José de Bocay" MTI 2010.

1.5.3 Hidrografía

Según el DANIDA en su Diagnóstico de la Infraestructura Vial de la Red de Caminos Vecinales del Municipio de "San José de Bocay" (MTI 2010), "El municipio de San José de Bocay, vierte sus aguas a las micro cuencas hidrográficas de tres ríos principales que son:

- a) la cuenca hidrográfica del río Coco o Segovias,
- b) la cuenca hidrográfica del río Prinzapolka y

c) la cuenca hidrográfica del río Grande de Matagalpa. El río más largo que cruza el municipio es el Bocay.

Los principales ríos que conforman la red hidrográfica son las siguientes:

- a) Río Bocay: Atraviesa el 40% de la longitud del municipio con sus afluentes: La lana, Santa Teresa, El toro con su afluente Taswas, Awaswás, Kinimiwás, La golondrina con sus afluentes Padriwas , El arenal , La golondrina; El río Yaliwas, Wastari abajo, Kurinwas, El Tapal con sus afluentes El Tapal y el Tapalito; Y el río Tania Yawas. El río Bocay sirve de frontera con el municipio de Wiwilí hasta descargar en el Río Coco ó Segovias. Los ríos Toro y Santa Teresa, forman parte de la frontera con el municipio de San José de Bocay.
- b) La quebrada Las Pelas: descarga al río El Guayabo, afluente del río Tuma, a través del río Lyas, que forma parte de la cuenca hidrográfica del río Grande de Matagalpa.
- c) Río Wina: Sus afluentes son: Amaquita, Daqka, Caño Klismak, descarga al río Bocay.
- d) Río Amaka: Con sus afluentes Piu, y Amaka. Con los ramales Kuli, Makao, Kukulbaca.
- e) El río Lakus : Sirve de frontera con la RAAN, su principal afluente es el río Muru Tuigni.
- f) Otros ríos que descargan al Bocay son Pancawas, Silanwas, Asangbaybay, Silamwas.
- g) Río Uli sus afluentes Pupul, Wasmac y otros descarga en el río Prinzipolka que vierte sus aguas al mar Caribe.
- h) Río Wani sus afluentes Aguas Verdes, El Tigre, Waspukito, Paraguas y el Coco descarga en el río Prinzipolka que vierte sus aguas al mar Caribe”.

1.6 Descripción General del Sistema de Abastecimiento Existente.

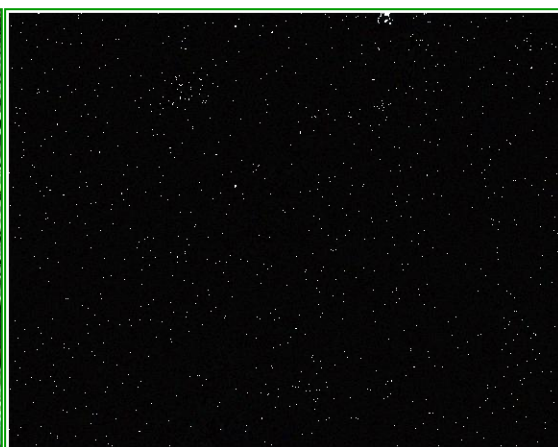
El abastecimiento de agua de los pobladores de la comunidad Mollejones se realiza de la siguiente forma: Para la parte baja hay un sistema de abastecimiento de agua por gravedad que abastece a 15 viviendas, el mismo fue construido en el año 2000. La fuente está ubicada en las propiedad de la señora Estela Castro (UTM X: 656918, Y: 1500865, Z: 673), y cuenta con un área de protección aguas arriba de 0.5 manzanas. El manantial aporta un caudal de 0.52 LPS, dato realizado el 21 de mayo del 2019. Ver Imagen N° 4 y N°6.

La otra parte de la población de Mollejones, se abastecen de ojos de agua o criques, sin protección sanitaria, localizados en las inmediaciones de los cafetales o propiedades de los habitantes. Las personas que no cuentan con una fuente dentro de sus propiedades solicitan al dueño (donde si existe una fuente), que le brinde servicio. La forma de abastecerse es mediante mangueras de polietileno de 1/2", unidas por medio de hules o plástico. Ver Imagen N° 5.

Imagen N°4 Captación de Manantial Actual.

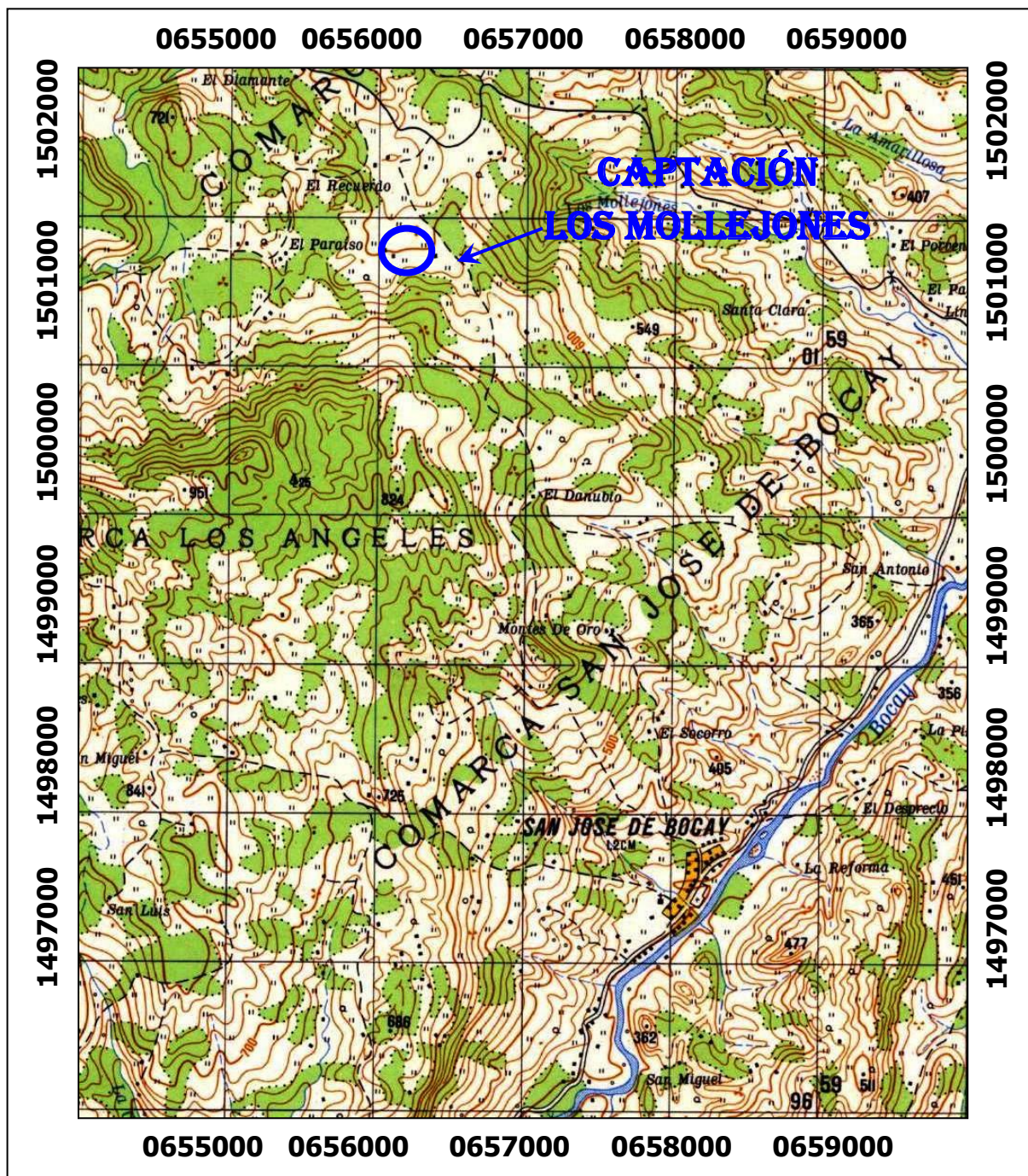


Imagen N° 5 Manguera de polietileno de 1/2" utilizada para abastecimiento de agua.



Fuente: Elaboración Propia

Imagen N° 6 Plano de Localización de Fuente de Agua actual de la Comunidad Los Mollejones.



Fuente: Mapa Geodésico "San José de Bocay" N° 3056-I INETER Nicaragua

1.7 Población de la zona de influencia.

En la comunidad existe un total de 47 casas más 1 iglesia, y 1 escuela. La población total es de 203 personas que integran las diferentes familias de la comunidad.

La comunidad se conforma de dos sectores principales, en el primer sector conocido como parte alta se encuentran 32 viviendas, con una población de 138 personas, en el segundo sector conocido como parte baja, se encuentran 15 viviendas, habitada por una población de 65 personas.

En el sector de la parte baja se localiza la Escuela Luz de Belén y la Iglesia.

1.8 Resultados de encuesta socioeconómica.

Como parte del diseño se realizó un Diagnostico Situacional de la comunidad, para lo cual se levantaron en el mes de Abril del año 2019, 49 encuestas socioeconómicas casa a casa, representando la totalidad de 47 familias, más una escuela y una iglesia.

Los datos obtenidos en la encuesta socioeconómica permitieron conocer aspectos, demográficos, socio- económico, de infraestructura, de educación, de salud y situación relacionada con agua potable y saneamiento de la comunidad, los que se detallan a continuación:

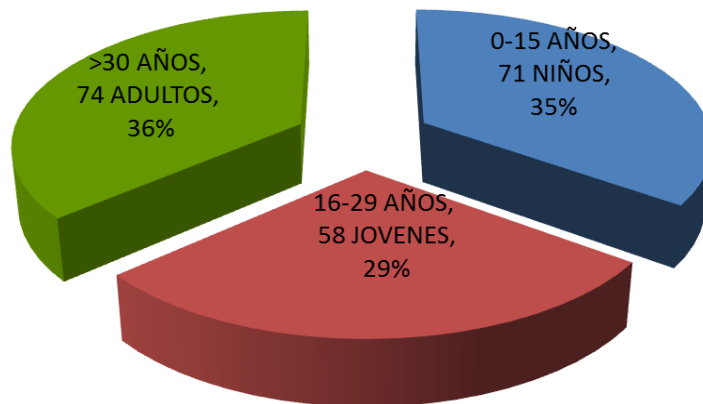
a) Población

Del total de 49 encuestados, el 43% son hombres, y el 57% son mujeres, en total se estima que la población que potencialmente se estaría abasteciendo del Sistema de Agua Potable son 47 Familias para una población de 203 personas.

La población de esta comunidad es sumamente joven, el 64% tiene menos de 30 años, el 35% de la población son niños y niñas menores de 14 años; los adultos mayores de 30 años constituyen el 36 % del total de la población (Ver gráfico N° 1. Distribución de la población por grupos de edades).

Del total de los hogares encuestados, el 76% tienen una jefatura Masculina y el 24% son mujeres las que se identifican como jefas de familia.

GRAFICO N° 1 Distribución de la Población por Grupos de Edades



Fuente: Análisis de Encuestas realizada a comunidad Los Mollejones Mayo 2019

b) Acceso al sistema de agua potable existente

Del total de las familias encuestadas, El 68% (32 familias) no tienen acceso a agua potable, manifestaron además que en verano se tienen que abastecer de otra fuente para beber. Solo el 32% (15 familias) se abastecen del Sistema de Agua Potable, indicaron que siempre se abastecen de la misma fuente durante todo el año.

c) Disponibilidad de agua (cantidad)

En cuanto a la disponibilidad de agua a la que tienen acceso, del 100% de los encuestados, el 48% (23 familias) dicen que es suficiente la cantidad de agua, un 31% (14 familias) manifiestan que solo la usan para beber, y un 21% (10

familias) considera que no es suficiente, este último grupo tienen que recurrir a otras fuentes para beber.

d) Traslado del agua al hogar

El 67% (32 familias) del total de hogares encuestados manifestaron que el lugar de donde se abastecen para beber está cerca o visible, el tiempo que emplean para buscar el agua para tomar, varían desde 20 a 30 minutos. Se puede concluir que en general las familias recorren poca distancia para buscar el agua para beber.

e) Acarreo del agua para el hogar.

En la mayoría de las viviendas el traslado del agua lo realizan las mujeres (87%), un 5% de los hombres también apoyan en esta actividad, un 5% las niñas y un 3% niña en conjunto con la Mujer adulta. Si sumamos los valores de las mujer y niña, significa que el 95% de las familias reconocen, las mujeres adultas y niñas son las que se encargan de llevar el agua a la casa.

f) Acceso a la fuente (accidentes o violencia por el agua).

Haciendo la valoración sobre la seguridad, en el trayecto para ir a buscar el agua, 57% dijeron que no es segura, y el 43% manifestaron que hay seguridad, en cuanto a las razones por las que consideran que no es seguro, es principalmente (equivalente a un 90%) por accidente o caídas, pocas personas identificaron la posibilidad de ser agredidos por otras personas o animales.

g) Tarifa de agua

Los resultados indican que mayormente pagan los que están abasteciéndose del Sistema de Agua Potable, en el caso de los que se abastecen de otras fuentes solo 2 familias pagan.

El 80% de las familias que pagan, lo hacen con 50 córdobas mensuales. La Mayoría de las personas que pagan estos 50 córdobas consideran que es una tarifa justa.

El 98 % de las familias, están dispuesta una vez que se rehabilite el sistema pagar entre 50 y 100 córdobas por mes. No se identifica diferencia significativa en la respuesta si se analiza por jefe o jefa de familia.

h) Disponibilidad de organización

La mayoría de las personas encuestadas manifestaron, que son los hombres los que estarían dispuestos a trabajar, un 7% manifiesta que subcontrataría, luego hay otras repuestas, desde toda la familia, la mujer y sus hijos o los hombres y sus hijos o solo los hijos.

Al preguntárseles si están dispuestos a ser parte del comité que se encargará de la administración del Sistema de Agua Potable. En general hay buena disposición de hombres mujeres, ven poco a los jóvenes en esta tarea, pero también se identifica un porcentaje importante de personas que no están dispuestas a participar.

i) Saneamiento

Del total de Familias encuestadas, el 64% dicen tener unidad de Saneamiento y la utilizan, un 5% dicen tener, pero no la utilizan y el 31% no tienen unidad de saneamiento. El 55% de las familias tienen Letrina tradicional, 39% letrina mejorada y el 6% letrina sin losa y fosa abierta. Un 100% de las familias conocen la letrina tradicional, algunas el inodoro convencional, las otras tecnologías son desconocidas. Las familias que no tienen unidades de saneamiento en su mayoría son porque no tienen dinero, otro factor importante es porque las casas son recientes.

CAPITULO II: DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO PROPUESTO

2.1 Sistema propuesto

El Sistema para el Abastecimiento de Agua que se propone es un Mini Acueducto por Gravedad (MAG) bajo el esquema: **Fuente – Línea de Conducción – Tratamiento- Tanque – Red de Distribución.**

2.2 Fuente de abastecimiento y captación propuesta

En la comunidad la fuente de abastecimiento propuesta son las aguas superficiales existentes en los alrededores de la comunidad.

Para el estudio de las fuentes potenciales para el abastecimiento a la comunidad, se analizó la fuente superficial ubicada en la propiedad del señor Arnulfo Cerda ubicada en los puntos (UTM X: 655685, Y: 1500925, Z: 769), se descartó la fuente anterior, ya que queda en la parte baja de la comunidad y por lo tanto no tiene la suficiente elevación para abastecer al resto de la población.

2.3 Aforos de fuente propuesta

El 21 de mayo de 2019 se realizó aforo de la fuente por el método volumétrico, que consiste en llenar un balde de volumen conocido y medir y registrar el tiempo en segundos. Según aforo realizado en la fuente superficial tuvo un rendimiento de 0.80 L/S, lo cual en este caso es mayor al parámetro de rendimiento que se requiere para la selección como fuente de abastecimiento de agua de la comunidad. Como dato de referencia, el consumo máximo día que es el parámetro requerido es de 0.40 L/S.

Las obras de captación de la fuente será de concreto ciclópeo ubicada en

propiedad del Señor Arnulfo Cerda, estará reforzada con dos aletones de concreto ciclópeo y estará dotada de vertedero de exceso, válvula de limpieza y salida. Como pre tratamiento, se colocara un filtro grueso dinámico (FGDi) con material filtrante de grava de 40, 25, y 15mm.

Los sólidos suspendidos se precipitaran en el fondo del piso de concreto de 2000 psi hacia la tubería de drenaje instalada en el fondo del dique. Para evitar la infiltración de hojas y material que sea arrastrado por las aguas superficiales se aplicara en la superficie del filtro un cascote de mortero 1:6.

No se utilizara el 100% de la capacidad de la fuente, se respetara el caudal ecológico para minimizar cualquier impacto negativo por el abuso de su explotación.

2.4 Línea de conducción

La línea de conducción es el medio por el cual se trasladará el agua desde la represa de captación hasta el tanque de almacenamiento para su posterior distribución, está diseñada para satisfacer el gasto máximo día a un periodo de 20 años a partir del año 2020.

De acuerdo con el trazo realizado en base al perfil longitudinal, el tramo comprendido entre la obra de captación y el tanque corresponde a 650.00 ml (metros lineales) de tubería.

Tomando en cuenta las irregularidades de la topografía y la longitud de la línea de conducción, sin descuidar los criterios técnicos, esta se diseñó con una configuración que va de diámetros mayores a menores, la combinación que se propondrá se seleccionó de una serie de pruebas para encontrar la más factible que será presentada en la tablas de diseño que también resultaran ser las más económica para el proyecto.

2.5 Tanque de almacenamiento

El tanque almacenamiento se proyectó de concreto ciclópeo sobre suelo con capacidad de almacenamiento de 8,000 litros (8 m³). Estructuralmente será diseñado de concreto ciclópeo a excepción de la losa superior e inferior que será de concreto reforzado y según criterios de la PCA Rectangular Concrete Tanks (Portland Cement Association) y recomendaciones del RNC-07 (Reglamento Nacional de la Construcción 2007).

El tanque tendrá las dimensiones de 2.2 metros de largo, 2.2 metros de ancho y una altura máxima de columna de agua de 1.70 m. Será cubierto por una losa de concreto reforzado que se extenderá 1m después de las paredes del tanque y tendrá 15 cm de espesor y en los bordes contará con un canal de drenaje tipo media caña con diámetro de 4 pulgadas.

Para evitar asentamientos diferenciales se deberá mejorar el suelo con material selecto por lo menos a una profundidad 70 cm aplicando una compactación de 95% Proctor estándar.

2.6 Red de distribución

La red de distribución es la tubería que parte del tanque y luego se ramifica para llevar el agua a los puntos más cercanos de las viviendas, tendrá una longitud de 4,487 metros entre diámetros de Ø 1 ½" y Ø 2".

La red propuesta está diseñada para satisfacer el consumo máximo hora para un periodo de 20 años a partir del año 2020.

2.7 Desinfección

La Alcaldía de San José de Bocay guarda registro de análisis de agua del

manantial propuesto, los cuales fueron realizados en el año 2015 por el Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA) de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN), analizando los parámetros de: Aspecto, Cobre, Zinc, Mercurio, Plomo y Arsénico total, resultando todos parámetros favorables según la norma CAPRE.

De acuerdo a los resultados de los análisis realizados en la captación propuesta, esta es apta para consumo humano, ya que los resultados de los análisis de metales pesados y físico químicos salieron negativos, igualmente en el caso del resultado de los análisis bacteriológicos, todo con respecto a lo establecido en las Normas de calidad de agua para consumo humano.

2.8 Nivel de servicio

Con este sistema se pretende abastecer de agua potable a un 100% población de estudio, mediante conexiones domiciliarias de $\varnothing = 1/2''$.

Inicialmente en el sistema serán requeridas 49 conexiones, se procurará que las tomas de agua queden dentro de sus propiedades y lo más cerca posible a sus viviendas.

CAPITULO III. MARCO TEÓRICO

3.1 Estudio Socio económico

Este tiene como objetivo conocer la capacidad económica de la población, debe considerarse que la construcción de todo sistema de agua potable, implica inversiones de cuantiosos recursos tanto humanos, técnicos y económicos. En todo sistema de abastecimiento de agua, los costes de operación y mantenimiento son inevitables y deben ser cubiertos por la población servida. Sumado a estos, están los costos de instalación de tuberías y accesorios dentro de la vivienda.

Dentro del estudio socioeconómico también se incluye un estudio de población, con el objetivo de determinar sus características generales: densidad poblacional, estructuras por edades y nivel de ingreso, entre otros; de manera que se facilite la estimación de la tasa de crecimiento poblacional.

3.2 Encuesta

Según el Manual de Administración del Ciclo de Proyecto Municipal (MACPM) del Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE), en su Capítulo II: Preinversión *“Para adquirir un óptimo desarrollo del proyecto, es necesario reconocer la situación actual y las necesidades básicas de la comunidad Los Mollejones, a través de un estudio Socio – Económico realizado directamente a los pobladores, los aspectos a considerar son:*

- *Verificar usuarios beneficiarios.*
- *Procesar y analizar Encuestas de Beneficiarios*
- *Recoger información sobre la forma y costo del abastecimiento actual.*
- *Recoger información sobre los aportes comunitarios.*
- *Verificar la voluntad o disposición al pago de los beneficiarios.*
- *Estimar los ingresos por vivienda beneficiaria.*

- *Estimar la tarifa que puede ser pagada por el servicio.*
- *Evaluar la sostenibilidad económica del proyecto.*
- *Verificar situación de saneamiento (eliminación de excretas)”*

3.3 Levantamiento Topográfico

Los levantamientos topográficos se realizan para localizar objetos y medir el relieve, los accidentes de terreno y las variaciones tridimensionales de la superficie terrestre. Proporcionan información detallada sobre elevaciones y la ubicación de elementos naturales y artificiales (edificios, caminos, corrientes, etcétera) de tal forma que es posible dibujar la información completa en planos (denominados planos topográficos).

3.3.1 Planos topográficos

Con la información topográfica de planimetría y altimetría se elaboran los planos topográficos. Para el caso de las líneas de conducción debe ser planta y perfil.

Según el Manual de Administración del ciclo de Proyecto Municipal. (MACPM), Agua y Saneamiento Rural en su Capítulo VII: *“Los planos deberán indicar las curvas de nivel en cada PI y entre PI a cada 2.0 m. de intervalo de elevación. En los planos se deben indicar todos los accidentes topográficos del terreno y localización de la infraestructura existentes (puentes, alcantarillas, línea eléctrica, etc). También se deben localizar todas las viviendas, con una identificación (nombre del jefe de familia) y edificios públicos (escuelas, iglesias, centros de salud, etc) .Los planos deben ser elaborados en copia electrónica, utilizando la escala adecuada (1:1000)”*.

3.4 Proyección de la Población

La población es el componente principal para proyectar, determinar y cuantificar el tamaño de las obras en un proyecto. El estudio de la población en sistemas de

agua potable establece el dimensionamiento de sus componentes y las características de operación en función del desarrollo socioeconómico e industrial de la población actual.

3.5 Nivel de Servicio

Con el objetivo de establecer un parámetro que garantice la integridad, vida útil y buen funcionamiento de todos los componentes del sistema (especialmente la fuente), se determina el nivel de servicio óptimo, contrastando las características y condiciones particulares de la población a servir, con los criterios y requisitos particulares establecidos por norma para la adopción de cada nivel de servicio.

a) Puestos públicos

Son tomas de agua que se implantan particularmente en el sector rural para abastecer dos a un máximo de 20 casas. La distancia máxima entre puesto y casa más alejada será de 100 mts, dando prioridad a las escuelas, centros de salud y centros Infantiles.

b) Conexiones domiciliarias

Son tomas de agua que se aplican en el sector rural, pero en ocasiones esporádicas y sujetas a ciertas condiciones, tales como disponibilidad suficiente de agua, bajos costos de operaciones, capacidad de pago de la población y el número de usuarios del servicio.

3.6 Dotación

Según lo establecido en la NTON 09001-99, las dotaciones deberán ser asignadas de la siguiente manera, de acuerdo al sistema a implementarse en la comunidad.

- ✓ Para sistemas de abastecimiento de agua potable, por medio de puestos públicos, se asignará un caudal de 30 a 40 lppd.
- ✓ Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará un caudal de 50 a 60 lppd.

3.7 Normas y reglamentos

Para el diseño de un sistema de agua potable en la zona rural se requiere de una serie de normas y criterios que no necesariamente deben ser los mismos del sector urbano, debido a que entre ambos existen diferencias de índole cultural, económica y social.

A nivel nacional los proyectos de agua potable y saneamiento rural, deben desarrollarse de conformidad con los estatutos establecidos por el INAA, en sus respectivas normativas.

- ✓ Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09001-99).
- ✓ Normas técnicas de saneamiento básico rural (NTON 09002-99).

Sumado a estos deben considerarse los criterios particulares establecidos por el FISE, por ser la entidad del poder ejecutivo responsable de gestionar recursos, promover y ejecutar los programas, proyectos y acciones en el sub sector de agua y saneamiento rural.

3.8 Parámetros de diseño

3.8.1 Periodo de diseño

En los proyectos de abastecimiento de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema con los siguientes propósitos:

- ✓ Determinar los periodos en que satisfacen las demandas de la población.

- ✓ Que elementos del sistema deberán diseñarse por etapas.
- ✓ Cuáles serán las previsiones que deben considerarse para incorporar los nuevos componentes del sistema.

A continuación se indican los periodos de diseños económicos de los elementos componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable.

Tabla 1: Periodo de diseño de los componentes de un SAAP.

Tipos de Componentes	Periodo de diseño
Pozos excavados	10 años
Pozos perforados	15 años
Captaciones superficiales y manantiales	20 años
Desarenador	20 años
Filtro Lento	20 años
Líneas de Conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	15 años

Fuente: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado, INAA. (2001). Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural, NTON 09001-99. Managua, Nicaragua.

3.8.2 Variaciones de consumo

Según Normas Técnicas de Diseño de Abastecimiento de Agua en el medio Rural del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), *“Las variaciones de consumo están expresadas como factores de la demanda promedio diario, y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc.*

3.8.3 Consumo de Máximo Día (CMD)

Según Normas Técnicas de Diseño de Abastecimiento de Agua en el medio Rural del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), define el Consumo Máximo día como: *“Es el día de mayor consumo de una serie de registro observado durante los 365 días del año; siendo este el día más crítico (máxima demanda) que debe ser necesariamente satisfecha, ya que de lo contrario originaría situaciones deficitarias para el sistema”*.

La normas establecen que este parámetro estará entre el **130% a 150%** para las localidades del país, exceptuando Managua.

3.8.4 Consumo de Máximo Hora (CMH)

Durante un día cualquiera, los consumos de agua de una localidad presentarán variaciones hora a hora. Se define el Consumo Máximo Horario (CMH), como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo. Según las normas de diseño el **CMH = 250%** para las localidades del país, exceptuando Managua.

3.8.5 Pérdidas en el Sistema

Se refiere a la cantidad de agua que se pierde en cada uno de los componentes del sistema. Dentro del proceso de diseño, esta cantidad de agua se puede expresar como un porcentaje del consumo del día promedio. En el caso de Nicaragua, el porcentaje se fija en un 20%.

3.9 Parámetros de Calidad del Agua.

El objetivo de controlar la calidad del agua es proteger la salud pública y por consiguiente ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes o características del agua, que puedan representar un riesgo para la salud de la

comunidad e inconvenientes para la preservación del sistema, para lo cual se deberán seguir las siguientes instrucciones:

- a) La fuente de agua a considerada para el proyecto, deberá ser objeto de por lo menos un análisis físico-químico, de metales pesados cuando se amerite y bacteriológico antes de su aceptación como tal.
- b) Los parámetros mínimos de control para el sector rural serán: coliforme total, coliforme fecal, olor, sabor, color, turbiedad, temperatura, concentraciones de iones de hidrógeno y conductividad.
- c) Análisis de las fuentes de agua tales como manantiales, pozos perforados, pozos excavados a mano deberán cumplir con las normas de calidad de las aguas vigentes aprobadas por el INAA y MINSA.

En las tablas siguientes se muestran las concentraciones máximas permisibles de los parámetros establecidos por el INAA para evaluar la calidad del agua, dichos parámetros han sido adoptadas de las “Normas regionales de calidad del agua para el consumo humano”, editadas por CAPRE.

Tabla 2: Parámetros bacteriológicos.

Origen	Parámetros (b)	Valor recomendado	Valor max. Admisible	Observaciones
A.- Todo tipo de agua de bebida	Coliforme fecal	Negativo	Negativo	
B.- Agua que entra al sistema de distribución	Coliforme fecal	Negativo	Negativo	
	Coliforme total	Negativo	≤4	En muestras no consecutivas
C.- Agua en el sist. de distribución detectado	Coliforme total	Negativo	≤4	En muestras puntuales
	Coliforme fecal	Negativo	Negativo	No debe ser detectado en el 95% de las muestras anuales (c)

Fuente: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado, INAA. (2001). Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural, NTON 09001-99. Mangua, Nicaragua.

- a) NMP/100 ml en caso de análisis por tubos múltiples o colonias/100 ml en el caso de análisis por el método de membranas filtrantes. El indicador bacteriológico más preciso de contaminación fecal es la E. Coli. La bacteria coliforme total no es un indicador aceptable de la calidad sanitaria de acueductos rurales, particularmente en áreas tropicales donde muchas bacterias sin significado sanitario se encuentran en la mayoría de acueductos sin tratamiento.
- b) En los análisis de control de calidad se determina la presencia de coliformes totales. En caso de detectarse una muestra positiva se procede al muestreo y se investiga la presencia de coliforme fecal. Si el remuestreo da resultados negativos, no se toma en consideración las muestras adicionales recolectadas, cuando se intensifican las actividades de inspección sanitaria, no deben ser consideradas para la valoración anual de calidad.
- c) En los sistemas donde se recolectan menos de 20 muestras al año, el porcentaje de muestras negativas debe ser $\geq 90\%$.

Tabla 3: Parámetros organolépticos

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible
Color verdadero	Mg/L (Pt-Co)	1	15
Turbiedad	UNT	1	5
Olor	Factor dilución	0	2 a 10 °C 3 a 25 °C
Sabor	Factor dilución	0	2 a 12 °C 3 a 25 °C

Fuente: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado, INAA. (2001). Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural, NTON 09001-99. Mangua, Nicaragua.

Tabla 4: Parámetros físico-químicos

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible
Temperatura	°C	18 a 30	
Iones de hidrogeno	Valor pH	6.5 a 8.5 (a)	
Cloro residual	mg/l	0.5 a 1.0 (b)	(c)
Cloruros	mg/l	25	250
Conductividad	us/cm	400	
Dureza	mg/l CaCO ₃	400	
Sulfatos	mg/l	25	250
Aluminio	mg/l		0.2
Calcio	mg/l CaCO ₃	100	
Cobre	mg/l	1.0	2.0
Magnesio	mg/l CaCO ₃	30	50
Sodio	mg/l	25	200
Potasio	mg/l		10
Sol. Tot. Disueltos.	mg/l		1000
Zinc	mg/l		3.0

Fuente: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado, INAA. (2001). Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural, NTON 09001-99. Mangua, Nicaragua.

- a) Las aguas deben ser estabilizadas de manera que no produzcan efectos corrosivos ni incrustantes en las tuberías.
- b) Cloro residual libre 5 mg/l en casos especiales para proteger a la población de brotes epidémicos.

Tabla 5: Parámetros para sustancias no deseadas

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible
Nitrato – NO ⁻¹ ₃	mg/l	25	45
Nitritos – NO ⁻¹ ₂	mg/l	0.1	1
Amonio	mg/l	0.05	0.5
Hierro	mg/l		0.3
Manganeso	mg/l	0.1	0.5
Fluoruro	mg/l		0.7-1.5
Fluoruro	mg/l		0.05

Fuente: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado, INAA. (2001). Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural, NTON 09001-99. Mangua, Nicaragua.

Tabla 6: Parámetros para sustancias inorgánicas de significado para la salud

Parámetros	Unidad	Valor máximo admisible
Arsénico	mg/l	0.01
Cadmio	mg/l	0.05
Cianuro	mg/l	0.05
Cromo	mg/l	0.05
Mercurio	mg/l	0.001
Níquel	mg/l	0.05
Plomo	mg/l	0.01
Antimonio	mg/l	0.05
Selenio	mg/l	0.01

Fuente: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado, INAA. (2001). Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural, NTON 09001-99. Mangua, Nicaragua.

3.10 Clasificación de la los Recursos hídricos de acuerdo a su uso

De acuerdo a las Normas para la Clasificación de los Recursos Hídricos (NTON 05 007-98) de INAA, donde textualmente dice “Con el objeto de determinar la capacidad y condiciones del aprovechamiento de los recursos hidráulicos y los niveles y calidad de vertimientos tolerables para cada cuerpo de agua, se establecen seis tipos de cuerpos de agua:

Tipo 1. Aguas destinadas al uso doméstico y al uso industrial que requiera de agua potable, siempre que ésta forme parte de un producto o sub-producto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él.

Las aguas de este Tipo se desagregan en dos categorías:

- **Categoría 1-A** Aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes; y
- **Categoría 1-B** Aguas que pueden ser acondicionadas por medio de tratamientos convencionales de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y/o cloración.

3.10.1 Proceso de clasificación de los cuerpos de agua

A los efectos de la clasificación determinada en ítem anterior, se establecen los siguientes niveles mínimos de calidad exigibles de acuerdo a la categoría de uso a que se destinen:

Tabla 7. Clasificación de cuerpos de agua de acuerdos a sus usos

Parámetro	Categoría 1 A	Categoría 1 B
Oxígeno disuelto (OD)	> 4.0 mg/l (*)	> 4.0 mg/l (*)
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2.0 mg/l	5.0 mg/l

Parámetro	Categoría 1 A	Categoría 1 B
(DBO5, 20)		
Ph	mín. 6.0 y máx. 8.5	mín. 6.0 y máx. 8.5
Color real	< 15 U Pt-Co	< 150 U Pt-Co
Turbiedad	< 5 UNT	< 250 UNT
Fluoruros	mín 0.7 y máx. 1.5	< 1.7 mg/l
Hierro Total	0.3 mg/l	3 mg/l
Sólidos Totales disueltos	1000 mg/l	1,500 mg/l
Sulfatos	250 mg/l	400 mg/l
Cloruros	250 mg/l	600 mg/l
Organismos Coliformes Totales	(**)	(***)
Cianuro total	0.1 mg/l	
Cobre total	2.0 mg/l	
Cromo total	0.05 mg/l	
Detergentes	1.0 mg/l	
Dispersantes	1.0 mg/l	
Dureza como CaCO3	400 mg/l	
Extrac. carbono al cloroformo	0.15 mg/l	
Fenoles	0.002 mg/l	
Manganeso total	0.5 mg/l	
Nitritos + Nitratos (N)	10.0 mg/l	
Plata total	0.05 mg/l	
Selenio	0.01 mg/l	
Sodio	200 mg/l	
Organofosforados y Carbamatos	0.1 mg/l	
Organoclorados	0.2 mg/l	
Actividad α	max. 0.1 becquerelio por litro (Bq/l)	
Actividad β	max. 1.0 becquerelio por litro (Bq/l)	

(**) Promedio mensual menor de 2000 NMP por cada 100 ml. ND: No Detectado

Fuente: (NTON 05 007- 98) Normativa vigente “Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural” y “Saneamiento Básico Rural” para Nicaragua

3.11 Capacidad de la fuente

Los criterios para considerar un manantial como fuente de suministro de agua potable son los siguientes:

- a) El dato o datos de aforo, deberán corresponder al final del período seco de la zona y se tomará como base para el diseño, el mínimo valor obtenido.
- b) El caudal crítico de producción de la fuente

3.12 Diseño de los Componentes del Sistema

3.12.1 Fuente de Abastecimiento

Constituye el elemento primordial de carácter condicionante para el diseño de los demás elementos, de tal manera que para proceder la secuencia de diseño de todos los elementos se requiere haber establecido previamente la localización, tipo, capacidad y caracterización del agua a ser entregada.

3.12.2 Captación

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable, constituye el elemento más importante de todo el sistema, por tanto debe estar lo suficientemente protegida y debe cumplir dos propósitos fundamentales:

- 1. Suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el periodo de diseño considerado.
- 2. Mantener las condiciones de calidad necesarias para garantizar la potabilidad de la misma.

Manantiales: son puntos localizados en la corteza terrestre por donde aflora el agua subterránea, generalmente este tipo de fuentes, sufre variaciones en su

producción, asociadas con el régimen de lluvia en la zona. En la mayoría de los casos, es de esperar que el caudal mínimo del manantial coincida con el final del periodo seco en la zona.

Los criterios para considerar un manantial como fuente de suministro de agua potable son los siguientes:

1. El dato o datos de aforo, deberán corresponder al final del periodo seco de la zona y se tomara como base para el diseño, el mínimo valor obtenido.
2. El caudal crítico de producción de la fuente deberá ser mayor o igual al consumo máximo diario de la población al final del periodo de diseño, de lo contrario se desechara su utilización, o se complementara con otra fuente disponible.

3.12.3 Línea de Conducción

Está definida como la parte del sistema constituida por el conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento hasta el sitio de consumo.

Las líneas de conducción pueden ser por gravedad, en la cual se aprovecha al máximo la energía potencial disponible para producir el gasto deseado, o por bombeo, que es el caso en el cual la diferencia de elevación es carga a vencer o a través de canales abiertos o conductores cerrados, todo depende de la topografía del terreno.

Una línea de conducción por gravedad es la que dispone para transportar el caudal requerido aguas abajo, de una carga potencial entre sus extremos que puede utilizarse para vencer las perdidas por fricción, originadas en el conducto al producirse el flujo.

Debe tenerse en cuenta los siguientes aspectos fundamentales:

- La capacidad deberá ser suficiente para transportar el consumo máximo diario del diseño.
- La selección de la clase de los materiales y las dimensiones de los conductos a emplearse deberán ajustarse a la máxima economía.

La línea de conducción deberá dotarse de los accesorios y obras de arte necesarios para su correcto funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para las tuberías. Deberá tomarse en cuenta además su protección y su mantenimiento.

a) Golpe de ariete

Se denomina golpe de ariete al choque violento que se produce sobre las paredes de un conducto forzado, cuando el movimiento del líquido es modificado bruscamente.

Según Serrano Alonso Universidad Carlos III de Madrid, Capítulo VII: Teoría Hidráulica (p.50 - 51) *“El golpe de ariete es el fenómeno que se origina debido a que el agua es ligeramente elástica (aunque en diversas situaciones se puede considerar como un fluido no compresible). En consecuencia, cuando se cierra bruscamente una válvula o un grifo instalado en el extremo de una tubería de cierta longitud, las partículas de agua que se han detenido son empujadas por las que vienen sobrepresión que se desplaza por la tubería a una velocidad algo menor que la velocidad del sonido en el agua. La sobrepresión generada tiene dos efectos:*

1. *Comprime ligeramente el agua, reduciendo su volumen, y dilata ligeramente la tubería. Cuando toda el agua que circulaba en la tubería se*

ha detenido, cesa el impulso que la comprimía y, por tanto, esta tiende a expandirse.

2. *Por otro lado, la tubería que se había ensanchado ligeramente tiende a retomar su dimensión normal. Conjuntamente, estos efectos provocan otra onda de presión en el sentido contrario. El agua se desplaza en dirección contraria pero, al estar la válvula cerrada, se produce una depresión con respecto a la presión normal de la tubería. Al reducirse la presión, el agua puede pasar a estado gaseoso formando una burbuja mientras que la tubería se contrae. Al alcanzar el otro lado.*

La fuerza del golpe de ariete es directamente proporcional a la longitud del conducto, ya que las ondas de sobrepresión se cargan de más energía, e inversamente proporcional al tiempo durante el cual se cierra la llave: cuanto menos dura el cierre, más fuerte será el golpe.

3.12.4 Tratamiento y Desinfección

La desinfección se aplica con el propósito de establecer una barrera de seguridad para evitar la difusión de enfermedades relacionadas con el agua.

Con los resultados obtenidos de los análisis físicos-químicos, bacteriológicos y demás; se determina si la desinfección será un tratamiento suficiente para garantizar la pureza del agua y eliminar los gérmenes totales y coliformes totales. En sistemas donde la calidad física-química del agua es satisfactoria la desinfección muchas veces es el único tratamiento previsto.

Se ha reconocido ampliamente la cloración del agua potable como uno de los avances más significativos en la protección de la salud pública. La filtración y la cloración prácticamente han eliminado las enfermedades transmitidas por el agua como el cólera, la tifoidea, la disentería y la hepatitis A, en los países desarrollados. Los desinfectantes basados en cloro son los únicos con las propiedades residuales duraderas que previenen un nuevo crecimiento

microbiano y proporcionan protección continua durante todo el proceso de distribución.

El cloro se presenta puro en forma líquida o compuesta, como hipoclorito de Calcio, el cual se obtiene en forma de polvo blanco y en pastillas, o como hipoclorito de Sodio de configuración líquida. Cuando se usa hipoclorito de Calcio, la concentración de la solución debe estar entre 1% y 3% de cloro disponible para impedir la formación excesiva de depósitos y sedimentos de Calcio. Las soluciones de hipoclorito de sodio pueden ser hasta de 10%. Las concentraciones mayores no son aconsejables porque pierden potencia rápidamente y si son muy altas se pueden cristalizar. Aunque ambas presentaciones son igualmente efectivas, generalmente en sistemas rurales se aconseja la utilización del hipoclorito de Calcio por las facilidades que ofrece en cuanto a su manipulación y aplicación.

La efectividad de una desinfección se expresa como cloro residual después de cierto tiempo de contacto, concentración que a recomendación del INAA debería estar entre 0.2 y 0.5 mg/lit después de 30 minutos, mientras que la OMS recomienda una concentración de 0.5 mg/l de cloro libre residual. Concentraciones de cloro residual superiores causan mal sabor del agua y pueden provocar el rechazo por parte de los consumidores.

3.12.5 Tanque de Almacenamiento

Desempeña un papel importante pues de este depende el funcionamiento satisfactorio y oportuno del sistema de abastecimiento de agua. Los tanques equilibran el suministro de aportación constante dado por las bombas como régimen de demanda variable en la red de distribución, esto lo logra almacenando agua durante la noche cuando el consumo es bajo y la presión es alta, conociéndole a esa agua almacenada como el volumen compensador.

Los tanques de almacenamiento pueden ser: elevados o apoyados sobre el suelo, esto depende de la topografía del terreno y de los propósitos fundamentales del tanque como son: mantener las presiones de servicio en la red de distribución, compensar las variaciones de consumo diario y atender situaciones de emergencia (incendios).

3.12.6 Red de Distribución

Es un conjunto de tuberías que transportan el agua desde el tanque de almacenamiento hasta las tomas domiciliarias. Está conformada por tubería principal que forma el esqueleto del sistema de distribución, se sitúa de tal forma que transporta grandes cantidades de agua desde la estación elevada de los depósitos hasta diferentes áreas abastecidas y tubería secundaria que forman anillos más pequeños dentro de las tuberías principales entrelazándose entre sí.

Existen dos tipos de redes de distribución; estas se definen dependiendo de la topografía y la viabilidad de la ubicación de la fuente de abastecimiento y el tanque de almacenamiento.

Red ramificada: constituida por ramales, troncal y una serie de ramificaciones que pueden construir pequeños ramales ciegos, utilizada cuando la topografía no permite la interconexión entre ramales.

Red Mallada: constituida por tuberías interconectadas formando mallas, es más conveniente a fin de crear circuitos cerrados que permitan un servicio eficiente y permanente.

3.13 Análisis Hidráulico del SAAP con el programa EPANET

Con el uso de programas como EPANET el análisis y diseño de Sistemas de Distribución de Agua Potable se puede enfocar más en estudiar el comportamiento de la red para distintas condiciones físicas y operativas (niveles

de Embalse o estanques, diámetros de tuberías, etc.) en vez de concentrarse en métodos de resolución manual que resultan, para Sistemas de cierta extensión y complejidad, algo engorrosos al menos en lo relativo a el cálculo manual.

Aun cuando en el mercado existe una variedad de programas para el Cálculo de Sistemas de Distribución de Agua Potable, EPANET tiene la gran ventaja de que es un programa gratuito que, además, resulta extremadamente fiable para la modelación de sistemas complejos.

El análisis hidráulico de la línea de conducción y red de distribución en el software de EPANET, permitirá realizar una comprobación y comparación de las presiones que se obtendrán en el diseño.

Cada uno de los elementos del sistema, se diseñaran por medio de cálculos manuales y utilizando del programa EPANET, los resultados deberán cumplir los parámetros establecidos en la Normas Técnicas de Diseño de Abastecimiento de Agua en el medio Rural del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA).

Igualmente se hará uso de la hoja electrónica Excel la cual es conocida por su versatilidad y apoyo en cálculos de todo tipo tanto matemáticos como ingenieriles.

3.14 Presupuesto estimado y cálculo de cantidad de materiales

Se entiende por presupuesto de una obra o proyecto, la determinación previa de la cantidad en dinero necesaria para realizarla, a cuyo fin se tomó como base la experiencia adquirida en otras construcciones de índole semejante. La forma o el método para realizar esa determinación son diferentes según sea el objeto que se persiga con ella.

Cuando se trata únicamente de determinar si el costo de una obra guarda la debida relación con los beneficios que de ella se espera obtener, o bien si las disponibilidades existentes bastan para su ejecución, es suficiente hacer un presupuesto aproximado, tomando como base unidades mensurables en números redondos y precios unitarios que no estén muy detallados. Por el contrario, éste presupuesto aproximado no basta cuando el estudio se hace como base para financiar la obra. El costo directo se define como: "la suma de los costos de materiales, mano de obra y equipo necesario para la realización de un proceso productivo".

CAPITULO IV DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Realización de Censo, encuesta Socioeconómica y Análisis de los datos colectados en las encuestas

La encuesta permitió obtener información de la comunidad en aspectos de: población, vivienda, condición económica, salud, situación actual de abastecimiento de agua y disposición de excretas y aguas grises, etc.

4.2 Levantamiento Topográfico

Permitió conocer toda la comunidad y determinar la cobertura del proyecto. Además sirve para preparar el croquis de la comunidad, indicando los límites de la comunidad, caminos, distancias estimadas, edificios públicos (iglesias, escuelas, etc.), puntos de agua (fuentes, ríos, quebradas, etc).

Se realizó Planimetría y Altimetría para ubicar los puntos de mayor y menor elevación que permitirá analizar la ubicación de la fuente y el tanque de almacenamiento.

4.3 Calidad del Agua.

a) Aforo de la fuente de agua

Dicho aforo se realizó por el método volumétrico, que consiste en llenar un balde volumen conocido y medir y registrar el tiempo en segundos.

b) Análisis Físico – Químico del agua

Para conocer la calidad del agua de la fuente de abastecimiento que será utilizado para abastecer de agua potable a la comunidad, se solicitó el apoyo de la alcaldía municipal para ver si existe un registro de análisis físico químico,

bacteriológico, plaguicidas y organoclorados de dicha fuente, de lo contrario se deberán realizar muestreo y solicitar análisis de agua a un laboratorio competente.

4.4 Diseño de los Componentes del Sistema

4.4.1 Método de Cálculo de Proyección de la Población

Para el cálculo de las poblaciones futuras se aplicó:

- **El Método Geométrico**

Es aplicable a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y se mantienen creciendo a una tasa fija; es decir que el aumento de la población es proporcional al tamaño de la población en un determinado tiempo.

Se aprecian resultados superiores por lo que se califica como optimista y se debe aplicar con precaución.

Está expresado por la formula siguiente:

Formula N° 1

$$P_n = P_o = (1 + r_g)^n$$

P_n = Población del año “ n ”.

P_o = Población al inicio del periodo de diseño.

r_g = Tasa de crecimiento geométrico en el periodo de diseño expresado en notación decimal.

n = número de años que comprende el periodo de diseño.

4.4.2 Variaciones de Consumo

La norma NTON 09001-99 establece lo siguiente: Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario, y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc.

Estos valores son los siguientes:

- **Factores de Máximas Demandas**

Estas variaciones del consumo estarán expresadas en porcentajes de la demanda promedio diario de la manera siguiente:

a) Consumo del máximo día (CMD)

Será igual al 130% de la demanda promedio diaria para la ciudad de Managua. Para las otras localidades del resto del país, este parámetro estará entre el 130% a 150%.

b) Consumo máximo hora (CMH)

Para la ciudad de Managua el factor será igual al 150% de la demanda del día promedio, y para las localidades del resto del país, será igual al 250% del mismo día.

4.4.3 Diseño de línea de conducción por gravedad

Para el dimensionamiento de la tubería de las líneas de conducción se aplicara la formula exponencial de Hazen – Williams, ampliamente utilizada, donde se despeja la gradiente hidráulica.

Formula N° 2

$$H / L = S = 10.549 * Q^{1.85} / (C^{1.85} * D^{4.87})$$

Esta ecuación puede expresarse como:

$$Q = 0.2785 * C * \varnothing^{2.63} * S^{0.54}$$

Dónde:

Q = Caudal o flujo volumétrico en [m³/s].

C = Coeficiente que depende de la rugosidad del tubo.

Ø = Diámetro en [m]

S = [[Pendiente - Pérdida de carga por unidad de longitud del conducto] [m/m].

Y también como:

$$D = (Q / (0.2785 C S^{0.54}))^{(1/2.63)}$$

Dónde:

H= Pérdida de carga en metros

L= Longitud en metros

S= Pérdida de carga en m/m

Q= Gasto en m³/seg

D= Diámetro en metros

C= Coeficiente de Hazen-Williams, cuyo valor depende del tipo de tubería utilizada.

4.4.4 Golpe de Ariete

El mecanismo del golpe de ariete es el siguiente:

Inicialmente la tubería conduce el agua en condiciones normales a una velocidad V. Idealizando el flujo como una serie de láminas, en el momento del cierre de la válvula:

La lámina contigua a la válvula se comprime y convierte su energía de velocidad en energía de presión, causando la dilatación de la tubería en un punto, y una dilatación elástica de la lámina. Lo mismo sucede con las láminas aguas arriba (2,3,...n), y se produce una onda de sobrepresión en la dirección de aguas arriba.

Al llegar la onda de sobrepresión a la última lamina (lamina n contigua al tanque), esta tiende a salir de la tubería con una velocidad igual en magnitud pero de sentido contrario a la que tenía el agua antes de interrumpirse el flujo (V). Como la extremidad inferior está cerrada, se produce una depresión interna de las láminas y se genera una onda de depresión de magnitud igual a la onda de sobrepresión, la cual se propaga en la dirección de aguas abajo.

El tiempo que la lámina 1, contigua a la válvula, ha permanecido en estado de sobrepresión es:

Formula N° 3

$$T = \frac{2L}{C}$$

Dónde:

L: Longitud hasta el depósito (m).

C: Velocidad de propagación de la onda o celeridad (m/s).

T: Fase o periodo de cierre (s).

Si la maniobra es rápida, la válvula quedará completamente cerrada antes de comenzar a actuar la onda de depresión.

Formula N° 4

$$T < \frac{2L}{C} \text{ sobrepresion maxima}$$

Si el tiempo de cierre es lento, la onda de depresión llegara a la válvula antes de que se halle está completamente cerrada.

Formula N° 5

$$T > \frac{2L}{C} \text{ maniobra lenta}$$

En el caso de una maniobra rápida ($T < 2L/C$), la sobrepresión máxima será:

Formula N° 6

$$G.A = \frac{CV}{g}$$

Dónde:

G.A: sobrepresión (m).

V: velocidad media del agua (m/s).

C: Celeridad (m/s).

g: aceleración de la gravedad (m/s²).

El valor de la celeridad se calcula mediante fórmula de Allievi:

Formula N° 7

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \frac{D}{e}}}$$

Dónde:

C: Celeridad o velocidad de la onda de compresión o de succión (m/s).

D: Diámetro de la tubería (m).

e: Espesor de los tubos (m).

K: Coeficiente que tiene en cuenta los módulos de elasticidad (adimensional).

Tabla 8: Valores de K para diferentes materiales de tubería.

Material de la tubería	K
Acero	0.5
Hierro fundido	1.0
Concreto	5.0
Asbesto-cemento	4.4
Plástico	18.0

Fuente: López, R. A. (1999). Diseño de acueductos y alcantarillados. Segunda edición. Bogotá, Colombia: Editorial Alfa y Omega.

La presión total en la tubería será la suma de la carga estática sumada a la sobrepresión por ariete hidráulico.

4.4.5 Tratamiento y desinfección

Se propondrá un sistema convencional, utilizado mucho en las zonas rurales, como lo son los hipocloradores, de los cuales existen diversos modelos en la actualidad, se propondrá aquel que para efectos prácticos de los administradores del sistema (CAPS) garantice una dosificación práctica y efectiva, de tal forma que se cumpla con lo requerido por las normas nacionales.

Se recomienda que el tiempo de contacto entre el cloro y el agua sea de 30 minutos antes de que llegue al primer consumidor; en situaciones adversas se puede aceptar un mínimo de 10 minutos.

La concentración de cloro residual que debe permanecer en los puntos más alejados de la red de Distribución deberá ser 0.2-0.5 mg/l después del periodo de contacto antes señalado.

- **Dosificación**

La dosis necesaria de hipoclorito de Calcio a suministrar en el tanque de almacenamiento, se determina a través de la aplicación de las siguientes ecuaciones:

Formula N° 8

$$Vol. \text{ cloro (lb/día)} = 0.012 * CMD * d$$

Dónde:

CMD: Caudal Máximo Día en gpm.

d: Dosis promedio de hipoclorito de Calcio en mg/lit.

0.12: Factor de conversión de unidades.

Formula N° 9

$$Vol. \text{ hipoclorito de Calcio } \left(\frac{lb}{día} \right) = \frac{Vol. \text{ cloro}}{Concentración \text{ comercial}}$$

Formula N° 10

$$Vol. \text{ hipoclorito de Calcio (gr/día)} = \frac{V. h. \text{ Calcio (lb/día)} * 1000}{2.2}$$

Formula N° 11

$$Vol. \text{ solución (lt/día)} = \frac{V. h. \text{ Calcio (gr/día)}}{Concentración \text{ de la solución} * 100}$$

Formula N° 12

$$Vol. \text{ solución (gl/día)} = \frac{Vol. \text{ solución (lt/día)}}{3.785}$$

Formula N° 13

$$\text{Dosificación (got/min)} = \text{Vol. solución(lt/día)} * 1000 * 13/24/60$$

4.4.6 Cálculo del volumen de almacenamiento

Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivos; suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua.

La capacidad del tanque de almacenamiento deberá de satisfacer las condiciones siguientes:

a) Volumen Compensador: El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimara en 15% del consumo promedio diario.

b) Volumen de reserva: El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimara igual al 20 % del consumo promedio diario.

De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento estimada es la suma del volumen compensador y el volumen de reserva que es igual al 35% del consumo promedio diario. (Referencia capítulo II Dotaciones y demandas para el consumo – Normas de diseño de sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua)

Formula N° 14

$$Vol.Total = Vol.Reserva + Vol.Compensador$$

Formula N° 15

$$Vol.Total = 35\%CPDT$$

Tanque sobre el suelo.

Se recomienda este tipo de tanque en los casos siguientes: Cuando la topografía del terreno lo permita y en comunidades rurales que dispongan localmente de materiales de construcción como piedra bolón o cantera.

En el diseño de los tanques sobre el suelo debe de considerarse lo siguiente:

- a) Cuando la entrada y salida de agua es por medio de tuberías separadas, estas se ubicarán en los lados opuestos con la finalidad de permitir la circulación del agua.
- b) Debe considerarse un paso directo y el tanque conectado tipo puente (bypass), de tal manera que permita mantener el Servicio mientras se efectúe el lavado o reparación del tanque.
- c) La tubería de rebose descargará libremente sobre una plancha de concreto para evitar la erosión del suelo.
- d) Se instalarán válvulas de compuerta en todas las tuberías, limpieza, entrada y salida con excepción de la de rebose, y se recomienda que las válvulas y accesorios sean tipo brida.
- e) Se debe de considerar los demás accesorios como; escaleras, respiraderos, indicador de niveles y acceso con su tapadera.

- f) Se recomienda que los tanques tengan una altura máxima de 3.0 metros, con un borde libre de 0.50 metros y deberán estar cubiertos con una losa de concreto. En casos especiales se construirán tanques de acero sobre el suelo.

4.4.7 Red de distribución

La red de distribución es el sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, que pueden ser conexiones domiciliarias o puestos públicos; para su diseño deberá considerarse los aspectos siguientes:

- a) Se deberá diseñar para la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 2.5 (parámetro para localidades del país, ver inciso b. del acápite 4.5) al consumo promedio diario ($CHM=2.5CPD$, más las pérdidas de agua).
- b) El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos.
- c) La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento.

La red también se puede analizar por medio de programas para computadoras basados en la fórmula de Hazen Williams, o cualquier otra ampliamente conocida.

4.5 Análisis, Cálculo Hidráulico y Simulación del Sistema

Preparación de información requerida por el programa EPANET. La simulación se realizará en el software EPANET una vez que se tiene el perfil del terreno tomando en consideración los puntos más críticos del sistema, para conocer presiones y velocidades que estarán ligadas al funcionamiento del mismo.

Para el dimensionamiento de la tubería de las líneas de conducción se aplicara la formula exponencial de Hazen – Williams, ampliamente utilizada, donde se despeja la gradiente hidráulica.

Formula N° 16

$$H / L = S = 10.549 * Q^{1.85} / (C^{1.85} * D^{4.87})$$

Dónde:

H= Perdida de carga en metros

L= Longitud en metros

S= Perdida de carga en m/m

Q= Gasto en m³/seg

D= Diámetro en metros

C= Coeficiente de Hazen-Williams, cuyo valor depende del tipo de tubería utilizada.

Tabla 9 Coeficiente de Rugosidad (C) de Hazen -Williams para los diferentes tipos de materiales en los conductos.

Material del Conducto Coeficiente de Rugosidad (C)	
Tubo de hierro Galvanizado (Ho.Go)	100
Tubo de concreto	130
Tubo de asbesto cemento	140
Tubo de Hierro fundido (Ho. Fo)	130
Tubo plástico (PVC)	150

4.6 Estimación de costo del proyecto.

Se determinaran las cantidades de la obra para elaborar un costo estimado del proyecto, utilizando la normativa de costos primarios y complejos de obra de El Nuevo FISE

4.6.1 Elaboración de presupuesto

- **Cálculo los costos directos:** En base a la cantidad de materiales y mano de obra
- **Cálculo los costos indirectos:** En base a transporte de materiales y gastos administrativos.
- **Cálculo costo total:** Obtención del estimado del costo de obra total.

4.7 Estudio de Factibilidad

Evaluación económica y financiera de la alternativa

CAPITULO V: CALCULOS Y RESULTADOS

5.1 Método de Cálculo de Proyección de la Población

5.1.1 Cálculo de la tasa de crecimiento

Tabla 10 Población Rural del municipio de San José de Bocay, Departamento de Jinotega

Descripción	Ambos sexos	Hombre		Mujer	
		> de 15 a	< de 15 a	> de 15 a	< de 15 a
San José de Bocay* 2005	39,869	5,980	10,765	7,974	15,150
San José de Bocay* 2010	48,919	7,338	13,208	9,784	18,589
Los Mollejones**	203	31	57	40	75

*Fuente : INIDE VII censo de población y IV de vivienda ** Fuente: Encuestas socioeconómicas

De acuerdo a las normas establecidas por el INAA, debe ser un mínimo del 2.5% anual; por lo tanto, la tasa de crecimiento seleccionada para nuestro caso es del 2.5% ya que este es el promedio del departamento de Jinotega, debido a que el municipio de San José de Bocay es relativamente nuevo y no existen suficientes datos estadísticos.

5.1.2 Proyección de la Población

Se estimó la proyección de la población para un periodo de 20 años usando el método geométrico.

P_f : Poblacion Final,

P_o : Poblacion inicial,

k : Tasa de crecimiento,

t : periodo de proyeccion (años)

$$P_f = P_o * (1 + k)^t$$

$$P_f = 203 * (1 + 0.025)^{20}$$

$$P_f = 332.639 \approx 333 \text{ habitantes}$$

5.1.2 Variaciones de Consumo

- **Dotaciones de Agua para consumo**

“Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará un caudal de 50 a 60 lppd” (NTON 09 001 – 99). Se realizó el cálculo para dotación de servicio para conexiones domiciliarias, de la escuela y se aplicó el 7% del consumo domiciliar para el cálculo de la demanda institucional en este caso para la iglesia, dando como resultado una dotación total de 69.99 lppd, por lo que se propuso 70 lppd para el diseño.

Tabla 11. Dotación de servicio

1. Consumo domiciliar	57.00	lppd
2. Escuela	9.00	l/alumno/d
3. Institucional 7% del cd	3.99	lppd

Tabla 12. Dotación de consumo escolar

Tabla de Consumo en la Escuela		
Consumo	1.00	l/alumno/d
limpieza de modulo	5.00	l/alumno/d
urinario	2.00	l/alumno/d
lavamanos	1.00	l/alumno/d
Total	9.00	l/alumno/d

$$\text{Dotación} = 70 \text{ lppd} * (1 \text{ gal} / 3.782 \text{ lt})$$

$$\text{Dotación} = 18.494 \approx 18.50 \text{ gppd}$$

$$\text{Dotación} = 18.50 \text{ gppd}$$

- **Consumo Promedio Diario**

$$CPD = 333 \text{ habitantes} * 70 \text{ lts/hab. dia}$$

$$CPD = 23,310 \text{ lts/dia}$$

- **Factores de Máximas Demandas**

Demanda Máximo día está entre 130%-150% del Consumo Promedio Diario

$$CMD = 23,310 \text{ lts/dia} * 1.5$$

$$CMD = 34,965 \text{ lts/dia}$$

$$CMD = 0.4047 \text{ lts/s} \approx 0.40 \text{ lts/s}$$

Demanda Máxima Hora será el 250% del Consumo Promedio Diario

$$CMH = 23,310 \text{ lts/dia} * 2.5$$

$$CMH = 58,575 \text{ lts/dia}$$

$$CMH = 0.674 \text{ lts/s} \approx 0.67 \text{ lts/s}$$

Pérdidas de agua corresponden al 20% del Consumo Promedio Diario.

$$PS = 23,310 \text{ lts/dia} * 0.20$$

$$PS = 4,662.00 \text{ lts/dia}$$

$$PS = 0.0539 \text{ lts/s} \approx 0.054 \text{ lts/s}$$

Tomando en cuenta los criterios antes citados, en lo concerniente a proyecciones de población y Dotaciones de agua potable se procedió al cálculo de la demanda de agua de la comunidad para el periodo de diseño de 20 años, Ver la tabla 13 en la siguiente página, en ella se muestran la proyección de población y consumo por año en sistemas métrico de la comunidad Los Mollejones.

Tabla 13. PROYECCION DE POBLACION Y CONSUMO
Comunidad Los Mollejones, Municipio de San José de Bocay, Departamento de Jinotega.

N°	AÑO	Proyeccion de Población	Dotación (70 lppd)	Consumo Promedio Día (litros/día)	Consumo Máximo Día (CMD)			Consumo Maximo Hora (CMH)					Almacenamiento
					CPD x 1,5 (litros*dia)	m³/día	LPS	CPD x 2,5 (litros*dia)	Perdidas 20% (litros*dia)	2.5*CPD + 20%Perdidas (litros*dia)	m³/día	LPS	M³
		(a)	(b)	(c)=(a)*(b)	(d)=(c)*1.5	(e)=(d)/1000	(f)=(d)/86400	(g)=(c)*2.5	(h)=(c)*0.20	(i)=(g)+(h)	(j)=(i)/1000	(k) = (i)/86400	(l) = (c*0.35)/1000
0	2019	203	70.00	14,210	21,315	21.32	0.25	35,525.00	2,842.00	38,367.00	38.37	0.44	5
1	2020	208	70.00	14,560	21,840	21.84	0.25	36,400.00	2,912.00	39,312.00	39.31	0.46	5
2	2021	213	70.00	14,910	22,365	22.37	0.26	37,275.00	2,982.00	40,257.00	40.26	0.47	5
3	2022	218	70.00	15,260	22,890	22.89	0.26	38,150.00	3,052.00	41,202.00	41.20	0.48	5
4	2023	224	70.00	15,680	23,520	23.52	0.27	39,200.00	3,136.00	42,336.00	42.34	0.49	5
5	2024	229	70.00	16,030	24,045	24.05	0.28	40,075.00	3,206.00	43,281.00	43.28	0.50	6
6	2025	235	70.00	16,450	24,675	24.68	0.29	41,125.00	3,290.00	44,415.00	44.42	0.51	6
7	2026	241	70.00	16,870	25,305	25.31	0.29	42,175.00	3,374.00	45,549.00	45.55	0.53	6
8	2027	247	70.00	17,290	25,935	25.94	0.30	43,225.00	3,458.00	46,683.00	46.68	0.54	6
9	2028	253	70.00	17,710	26,565	26.57	0.31	44,275.00	3,542.00	47,817.00	47.82	0.55	6
10	2029	259	70.00	18,130	27,195	27.20	0.31	45,325.00	3,626.00	48,951.00	48.95	0.57	6
11	2030	266	70.00	18,620	27,930	27.93	0.32	46,550.00	3,724.00	50,274.00	50.27	0.58	7
12	2031	273	70.00	19,110	28,665	28.67	0.33	47,775.00	3,822.00	51,597.00	51.60	0.60	7
13	2032	279	70.00	19,530	29,295	29.30	0.34	48,825.00	3,906.00	52,731.00	52.73	0.61	7
14	2033	286	70.00	20,020	30,030	30.03	0.35	50,050.00	4,004.00	54,054.00	54.05	0.63	7
15	2034	294	70.00	20,580	30,870	30.87	0.36	51,450.00	4,116.00	55,566.00	55.57	0.64	7
16	2035	301	70.00	21,070	31,605	31.61	0.37	52,675.00	4,214.00	56,889.00	56.89	0.66	7
17	2036	308	70.00	21,560	32,340	32.34	0.37	53,900.00	4,312.00	58,212.00	58.21	0.67	8
18	2037	316	70.00	22,120	33,180	33.18	0.38	55,300.00	4,424.00	59,724.00	59.72	0.69	8
19	2038	324	70.00	22,680	34,020	34.02	0.39	56,700.00	4,536.00	61,236.00	61.24	0.71	8
20	2039	333	70.00	23,310	34,965	34.97	0.40	58,275.00	4,662.00	62,937.00	62.94	0.73	8

1. Tasa de Crecimiento Geométrico = 2.5%
2. Dotación= 18.5 gppd
3. Población Inicial 2019 = 203 habitantes.
4. Pérdidas técnicas = 20%
5. CMD = CPDT*1.5
6. CMH = CPDT*2.5
7. Vol. Almacenamiento = 35% CPD
8. Período de Diseño = 20 años.

5.2 Caudales de diseño

El cuadro de proyecciones de demanda indica que la demanda máximo día para la población proyectada al final del periodo de 333 habitantes es de 0.40 l/s

5.3 Capacidad de la fuente

La fuente que abastecerá al Mini Acueducto por Gravedad tiene un caudal de 0.80 l/s.

Los resultados de las proyecciones de diseño, nos revelan que el número de personas a ser abastecidos por el MAG al final del período de diseño será de 333 habitantes, quienes con una dotación de 70 lppd, demandarán un consumo máximo diario (CMD) de 0.40 lps y un consumo máximo horario (CMH) de 0.73 lps.

Es importante señalar que, al inicio del proyecto se requiere la construcción de 49 conexiones domiciliarias con micro-medición, beneficiando a 47 viviendas que representan a 203 beneficiarios directo, más 1 escuela y 1 iglesia.

5.4 Resultados de la Calidad de Agua

- **Análisis Físico - Químico**

El análisis Físico-químico realizado por Laboratorios del Centro de Investigación de Recursos Acuáticos (CIRA – UNAN), consideró los siguientes parámetros: color verdadero, turbiedad, concentraciones de iones de hidrógeno (pH), conductividad eléctrica, alcalinidad, carbonatos, bicarbonatos, Cloruros, nitratos, calcio, magnesio, manganeso, nitritos, hierro total, sulfatos, dureza total, dureza cálcica, sodio, potasio, flúor, cianuro, amonio; Los resultados de los parámetros físico-químicos, la muestra de agua analizada, obtenida en su estado natural del

manantial se encuentran dentro de los estándares de la Norma para clasificación de los cuerpos de agua de acuerdo a sus usos (NTON 05 007-98).

- **Análisis Bacteriológico**

El análisis Bacteriológico realizado por Laboratorios del Centro de Investigación de Recursos Acuáticos (CIRA – UNAN), consideró los siguientes parámetros: Coliformes Total y Coliformes Fecales.

El resultado emitido por el Laboratorio del Análisis Bacteriológico concluye que en la muestra de agua, el parámetro de Coliformes Totales y Coliformes Fecales se evidencia una contaminación Bacteriana, en su mayoría de origen fecal, por lo que se requiere tratamiento de desinfección.

- **Análisis de Plaguicidas y organoclorados.**

El Análisis de Plaguicidas y organoclorados investiga importantes parámetros que permitan certificar que la fuente en estudio presenta condiciones aptas para el consumo humano, dado que la presencia de alguno de estos compuestos a identificar provoca a largo plazo efectos negativos en la salud.

El Análisis de realizado por Laboratorios del Centro de Investigación de Recursos Acuáticos (CIRA – UNAN), consideró los siguientes parámetros: Alfa hexaclorociclohexano, Beta hexaclorociclohexano, heptacloro, endosulfán, aldrin, dieldrin, endrina, lindano, toxafeno, se encontró que en la muestra NO SE DETECTÓ presencia estas sustancias. En relación a los resultados del análisis de Plaguicidas y organoclorados se concluye que es apta para consumo humano.

5.5 Clasificación de la fuente de Agua

De acuerdo a los **Resultados de Concentración** obtenidos de la muestra de la fuente superficial en propiedad del Señor Arnulfo Cerda, los cuales están por debajo del límite máximo establecido en la (NTON 05 007- 98) Normativa vigente “Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural” y “Saneamiento Básico Rural” para Nicaragua, el agua de la fuente propuesta se clasifico según la tabla de **Clasificación de los Recursos Hídricos de acuerdo a su uso**, y pertenece a la **Categoría 1 - A** (Aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes).

Ver resultados de análisis comparativo en la siguiente Tabla

Tabla 14. Análisis comparativo, clasificación del cuerpo de agua a utilizar como captación

Parámetro	Valor de Concentración	Categoría 1 A	Categoría 1 B
Oxígeno disuelto (OD)	-	> 4.0 mg/l (*)	> 4.0 mg/l (*)
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5, 20)	-	2.0 mg/l	5.0 mg/l
Ph	6.21	mín. 6.0 y máx. 8.5	mín. 6.0 y máx. 8.5
Color real	10.0	< 15 U Pt-Co	< 150 U Pt-Co
Turbiedad	0,05	< 5 UNT	< 250 UNT
Fluoruros	<0.25	mín 0.7 y máx. 1.5	< 1.7 mg/l
Hierro Total	0,16	0.3 mg/l	3 mg/l
Sólidos Totales disueltos	38.87	1000 mg/l	1,500 mg/l
Sulfatos	1.46	250 mg/l	400 mg/l
Cloruros	5.3	250 mg/l	600 mg/l
Organismos Colif. Totales	1.7 x 10 ³	(**)	(***)

Parámetro	Valor de Concentración	Categoría 1 A	Categoría 1 B
Cianuro total	ND(<0,03)	0.1 mg/l	
Cobre total	-	2.0 mg/l	
Cromo total	-	0.05 mg/l	
Detergentes	-	1.0 mg/l	
Dispersantes	-	1.0 mg/l	
Dureza como CaCO ₃	-	400 mg/l	
Extrac. carbono al cloroformo	-	0.15 mg/l	
Fenoles	-	0.002 mg/l	
Manganeso total	-	0.5 mg/l	
Nitritos + Nitratos (N)	0,016+0.87 (<0,9)	10.0 mg/l	
Plata total	-	0.05 mg/l	
Selenio	-	0.01 mg/l	
Sodio	5.10	200 mg/l	
Organofosforados y Carbamatos	-	0.1 mg/l	
Organoclorados	-	0.2 mg/l	
Actividad α	-	max. 0.1 becquerelio por litro (Bq/l)	
Actividad β	-	max. 1.0 becquerelio por litro (Bq/l)	

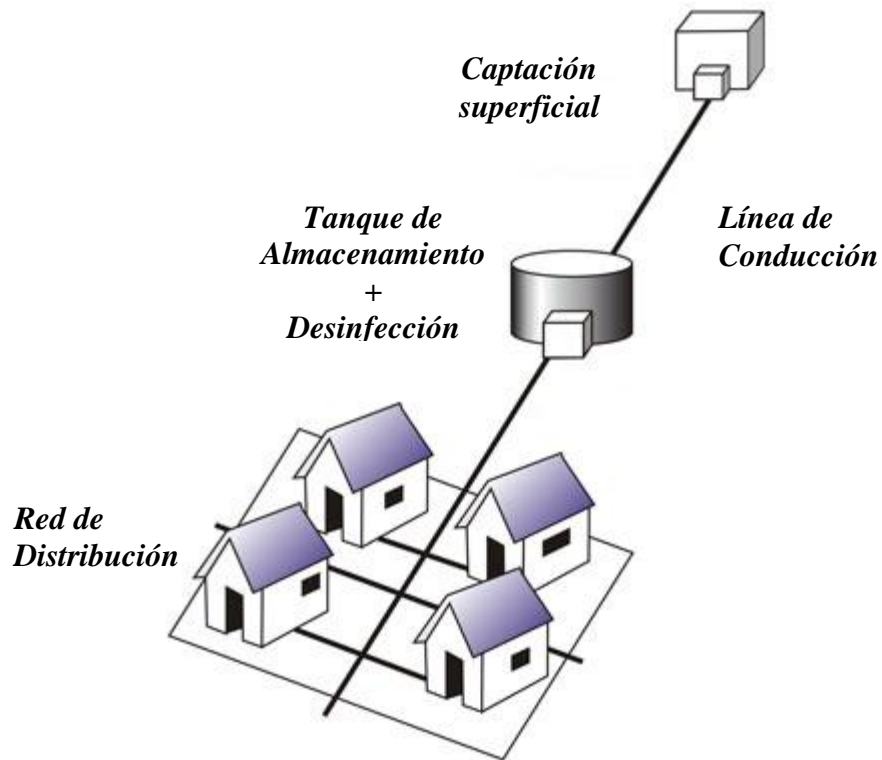
(**) Promedio mensual menor de 2000 NMP por cada 100 ml. ND: No Detectado

Fuente: (NTON 05 007- 98) Normativa vigente “Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural” y “Saneamiento Básico Rural” para Nicaragua

5.6 Diseño hidráulico del sistema

El sistema hidráulico que se propone para la Comunidad Los Mollejones es un esquema: **Fuente – Línea de Conducción – Desinfección- Tanque – Red de Distribución.**

Imagen N° 7 Esquema del sistema de Agua Propuesto



Fuente: Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías en municipios rurales y pequeñas comunidades de la Organización Panamericana de la Salud.

La ingeniería de las últimas décadas ha visto la irrupción de numerosos paquetes informáticos destinados a facilitar el diseño y el cálculo de sistemas físicos. Las redes de distribución de agua a presión, cuyo análisis antaño comportaba complejos y tediosos cálculos, también se han beneficiado de ello.

Con el objetivo de solucionar este problema, la EPA (U.S. Environmental

Protection Agency), organización creada en 1970 en EE.UU. y encargada de velar por los recursos naturales del país, ha desarrollado un potente software informático ampliamente conocido en la actualidad: EPANET.2.0.

Este programa de dominio público permite calcular complejas redes de abastecimiento, desde un punto de vista hidráulico y de calidad, ofreciendo una rápida capacidad de reacción así como una previsión del comportamiento del sistema de ayuda en la toma de decisiones. El programa, pionero en este tipo de cálculos y tomado como ejemplo, se caracteriza por su elevado nivel de fiabilidad, debido a que con su uso continuo desde su creación, ha podido depurar muchos de los errores iniciales, corregidos en cada nueva versión.

Para el Mini Acueducto por Gravedad de la Comunidad Los Mollejones, se realizó el análisis hidráulico de la línea de conducción y red de distribución en el software de EPANET.

Para efectos didácticos se realizó paso a paso con ayuda de hoja electrónica (en este caso Excel), el cálculo de la línea de conducción; los resultados se muestran en la Tabla 15.

Para el caso de la red de distribución solo se realizó un ejemplo, calculando el caudal unitario que se requiere en el Ramal 1, ya que el cálculo de la red tiene la particularidad que se debe revisar el caudal a tomarse en cuenta en cada tramo, lo cual es demasiado extenso y tedioso. El caudal unitario que se asigna a cada vivienda va en dependencia del valor total del Caudal Máximo Hora (CMH) estimado en el proyecto y la cantidad de viviendas existentes.

$$Q_{Unitario}(lts/s) = \frac{CMH(lts/s)}{P_f(hab)}$$

$$Q_{Unitario}(lts/s) = 0.73(lts/s) / 333 habitantes = 0.00219 lts/s$$

$$Q_{Unitario}(lts/s) = 0.0022 lts/s$$

Después los cálculos son los mismos. Así mismo el análisis realizado en excell puede diferir respecto al análisis hecho con el software EPANET, esto debido a que los coeficientes que utiliza el programa difieren ligeramente de los utilizados en el cálculo manual.

5.6.1 Diseño de Línea de Conducción por gravedad en Hoja Electrónica

Es importante destacar que la ecuación de Hazen William se utiliza para ramales abiertos, que es el caso que tenemos en este proyecto; en caso de una red cerrada se deberá aplicar el algoritmo de Hardy Cross.

El diseño partirá de la ecuación de Hazen –Williams que está en función del diámetro.

$$Q = 0.2785 * C * \phi^{2.63} * S^{0.54}$$

Dónde:

Q = Caudal o flujo volumétrico en [m³/s].

C = Coeficiente que depende de la rugosidad del tubo.

Ø = Diámetro en [m]

S = [[Pendiente - Pérdida de carga por unidad de longitud del conducto] [m/m].

Datos:

Estacionamiento: 0+000.00

Elevación: 771.81 msnm

Estacionamiento: 0+019.61

Elevación: 768.7850 msnm

Longitud del Tramo: 19.61 m

CMD: 0.40 lts/s = 0.00040 m³/s

Datum: 752.04 msnm

- **Determinación de Diámetro**

$$Q = 0.2785 * C * \phi^{2.63} * S^{0.54}$$

$$S = \frac{H}{L}$$

$$\emptyset = \left(\frac{Q}{0.2785 * C * S^{0.54}} \right)^{\frac{1}{2.63}}$$

$$H_{Tramo} = 771.8120 \text{ m} - 768.7850 \text{ m} = 3.027 \text{ m}$$

$$S = \frac{3.027 \text{ m}}{19.61 \text{ m}} = 0.1543 \text{ m/m}$$

$$\emptyset = \left(\frac{0.00040 \text{ m}^3/\text{s}}{0.2785 * 130 * (0.692)^{0.54}} \right)^{\frac{1}{2.63}}$$

$$\emptyset = 0.01813 \text{ m} \approx 1"$$

- **Perdidas de Cargas en el tramo**

$$h_p = 10.64 \left(\frac{0.00040 \text{ m}^3/\text{s}}{150} \right)^{1.852} \frac{19.61 \text{ m}}{(0.025)^{4.87}} = 0.6286 \text{ m}$$

- **Calculo de Velocidad en el tramo de tubería**

$$0.4 \text{ m/s} \leq V \leq 2 \text{ m/s}$$

$$V = \frac{4Q}{\pi \emptyset^2}$$

$$V = \frac{4(0.00040 \text{ m}^3/\text{s})}{\pi (0.025)^2} = 0.8148 \text{ m/s}$$

$$0.4 \text{ m/s} \leq 0.8148 \text{ m/s} \leq 2 \text{ m/s}$$

- **Ecuación de Bernoulli**

$$Z_{0+000.00} + \frac{P_{0+000.00}}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} = Z_{0+019.61} + \frac{P_{0+019.61}}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} + H_{p_{Tramo}}$$

$$Z_{0+000.00} = \text{Elevacion}_{0+000.00} - \text{Elevacion}_{Datum}$$

$$Z_{0+000.00} = 771.8120 \text{ m} - 752.04 \text{ m} = 19.772 \text{ m}$$

$$Z_{0+019.61} = 768.7850 \text{ m} - 752.04 \text{ m} = 16.745 \text{ m}$$

- **Calculo de Presión Residual en el punto final del tramo 0+19.61**

$$\frac{P_{0+000.00}}{\gamma} = P_{atm} = 0$$

$$19.772 \text{ m} + 0 + \frac{(0.8148 \text{ m/s})^2}{2(9.81 \text{ m/s})} = 16.745 \text{ m} + \frac{P_{0+005.00}}{\gamma} + \frac{(0.8148 \text{ m/s})^2}{2(9.81 \text{ m/s})} + 0.6286 \text{ m}$$

$$\frac{P_{0+019.61}}{\gamma} = 2.40 \text{ Psi}$$

El cálculo del diámetro para la línea de conducción a través de la fórmula de Hazzen Williams nos arroja un valor de 0.01813 m para instalar una tubería de Ø1" (una pulgada), considerando que la longitud total del tramo comprendido entre los estacionamientos del 0+000.00 en la captación al 0+650.00 en el tanque de almacenamiento, es de 650.00 m con una topografía accidentada y únicamente se cuenta con un carga estática total de 19.77m en toda su longitud, se propone cambiar el diámetro obtenido de una pulgada por un diámetro inicial de 2 pulgadas, para proporcionar mayor presión en la salida de la línea de conducción y así vencer obstáculos en puntos críticos del trazado.

$\varnothing_{Propuesto} = 0.050 \text{ m} \approx 2"$
--

- **Perdidas de Cargas en el tramo, con el diámetro propuesto Ø 2"**

$$h_p = 10.64 \left(\frac{0.00040 \text{ m}^3/\text{s}}{150} \right)^{1.852} \frac{19.61 \text{ m}}{(0.050)^{4.87}} = 0.0214 \text{ m}$$

- **Calculo de Velocidad en el tramo de tubería**

$$0.4 \text{ m/s} \leq V \leq 2 \text{ m/s}$$

$$V = \frac{4Q}{\pi \phi^2}$$

$$V = \frac{4(0.00040 \text{ m}^3/\text{s})}{9.81 \text{ m/s}^2} = 0.2037 \text{ m/s}$$

La velocidad mínima aceptada por la Norma que aplica INAA es de 0.4 m/s para evitar sedimentación en la tubería, en este caso no se cumple con esta especificación, debido a que si se utilizan diámetros menores a los propuestos esto generaría grandes pérdidas y presiones negativas lo que significa que el agua no llegaría al sitio requerido. Pero a fin de garantizar el suministro y la calidad adecuada del agua se dotará al sistema con los accesorios necesarios para lograrlo, como por ejemplo Válvulas de limpieza en los puntos más bajos de la línea, las cuales se abrirán cada cierto tiempo para dar mantenimiento a las tuberías y liberarlas de sedimentos por las bajas velocidades.

$$19.772 \text{ m} + 0 + \frac{(0.2037 \text{ m/s})^2}{2(9.81 \text{ m/s})} = 16.745 \text{ m} + \frac{P_{0+019.61}}{\gamma} + \frac{(0.2037 \text{ m/s})^2}{2(9.81 \text{ m/s})} + 0.02149 \text{ m}$$

$$\frac{P_{0+019.61}}{\gamma} = 4.26 \text{ Psi}$$

El análisis anterior se repite para todos los tramos y estacionamientos de la línea de conducción. (Ver Tablas 15).

Tabla 15. ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN

Estac.	Elev.	Tramo		Longitud (m)	Elv Ref. Datum		Carga Estática (m)	S	φ Calc. (m)	φ Prop. (m)	V (m/s)	V ² /(2g)	HP (m)	Presiones	
														(mca)	(psi)
0+000.00	771.81	655650.45	1501205.22	0.00											
0+019.61	768.79	655668.12	1501213.74	19.61	771.81	768.79	3.022	0.154	0.018	0.0500	0.2037	0.0021	0.02	3.00	4.26
0+075.49	767.34	655697.94	1501260.99	55.88	768.79	767.34	1.450	0.026	0.026	0.0500	0.2037	0.0021	0.06	4.39	6.23
0+131.92	746.00	655747.81	1501287.40	56.43	767.34	746.00	21.340	0.378	0.015	0.0500	0.2037	0.0021	0.06	25.67	36.44
0+245.47	728.22	655829.78	1501365.98	113.55	746.00	728.22	17.780	0.157	0.018	0.0500	0.2037	0.0021	0.12	43.32	61.52
0+334.30	725.50	655918.60	1501367.46	88.83	728.22	725.50	2.720	0.031	0.025	0.0500	0.2037	0.0021	0.10	45.94	65.24
0+433.66	744.39	655993.45	1501302.11	99.37	725.50	744.39	-18.890	-0.190	0.017	0.0500	0.2037	0.0021	0.11	26.94	38.26
0+566.53	749.17	656111.43	1501241.00	132.86	744.39	749.17	-4.780	-0.036	0.024	0.0500	0.2037	0.0021	0.15	22.02	31.27
0+612.29	747.40	656156.98	1501245.37	45.76	749.17	747.40	1.770	0.039	0.024	0.0500	0.2037	0.0021	0.05	23.74	33.71
0+624.03	748.99	656146.65	1501250.95	11.74	747.40	748.99	-1.590	-0.135	0.019	0.0500	0.2037	0.0021	0.01	22.14	31.43
0+644.88	751.33	656163.99	1501262.52	20.84	748.99	751.33	-2.340	-0.112	0.019	0.0500	0.2037	0.0021	0.02	19.77	28.08
0+650.01	752.04	656169.12	1501262.65	5.13	751.33	752.04	-0.710	-0.138	0.019	0.0500	0.2037	0.0021	0.01	19.06	27.06
				650.01								0.0021	0.712	19.772	

Fuente: Elaboración Propia

Los datos obtenidos en las Tabla 15 del análisis hidráulico para la línea de conducción se obtienen:

Carga Estática= $v^2 / (2g) + \text{presión} + \text{HP}$

Carga Estática = 0.0021 m + 0.7128 m + 19.06 m

Carga Estática = 19.772 m

Del análisis realizado se obtiene que los tramos correspondientes al 0+000.00 al 0+650 se instalará tubería de Ø 2" de diámetro.

5.6.2 Golpe de Ariete

Una columna de líquido al moverse tiene cierta cantidad de movimiento o inercia, la que es proporcional a su peso y a su velocidad. Si el flujo es detenido súbitamente, cosa que ocurre al cerrar rápidamente una válvula, la inercia se convierte en una onda de choque o en un aumento considerable de presión. La magnitud de este fenómeno depende de tan larga sea la tubería y que tan alta sea la velocidad de la onda. Esta onda de choque conocida como golpe de ariete, puede ser lo suficientemente fuerte como para reventar tuberías y quebrar accesorios y válvulas.

Se calculará la sobre presión o subpresión provocada por el golpe de ariete, por el cierre rápido de la válvula de retención, debido a la interrupción brusca del flujo de agua, por corte de energía eléctrica que no es el caso de este proyecto ya que es un Mini Acueducto por Gravedad.

Sobre la base de la teoría elástica desarrollada por Gibson Quichiz Allievi. Se determinará el golpe de ariete o choque violento que se produce sobre las paredes de un conducto forzado, cuando el movimiento del agua es modificado bruscamente.

- **Primero calculamos el valor de la celeridad mediante fórmula de Allievi:**

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k \frac{d_{tub}}{e}}} = m/seg$$

Donde:

C.- Celeridad o velocidad de la onda, m/seg

k.- Coeficiente de módulo de elasticidad

18

d_{tub} .-	Diámetro interno de tubería, m	0.05570 m
e .-	Espesor del tubo, m	0.00231 m
Dn .-	Diámetro nominal del tubo, pulg	2
$Cédula\ del\ tubo$		SDR 26

$$C = \frac{9,900}{\sqrt{(48.3 + 18 * \frac{0.05570}{0.00231})}}$$

$$C = 450.78\ m/seg$$

- Segundo calculamos la máxima onda de presión en la tubería

$$h_a = \frac{4Q_b \cdot C}{\pi d_{tub}^2 \cdot g} = m$$

Donde

h_a .- Sobrepresión o subpresión, m

Q_b .- Caudal de diseño, m³·sec 0.00040 m³/sec

g .- Gravedad específica, m·sec² 9.81 m/sec²

V – Velocidad media del agua $V = \frac{4Q}{\pi D^2}$

Calculamos la Velocidad Media del Agua

$$V = \frac{4(0.00040\ m^3/s)}{\pi(0.05570\ m)^2}$$

$$V = 0.1641\ m/s$$

Sustituimos y calculamos

$$h_a = \frac{450.78\ m/s * 0.1641\ m/s}{9.81\ m/s^2}$$

$$h_a = 7.54\ m$$

- Tercero calculamos la sobrepresión o subpresión en las paredes de la tubería

$$S_{p1} = (E_1 - E_2) + h_a = m$$

$$S_{p1} = (771.81 \text{ msnm} - 753.79 \text{ msnm}) + 7.54 \text{ m}$$

$$\mathbf{S_{p1} = 25.57 \text{ m}}$$

$$S_{p2} = (E_1 - E_2) - h_a = m$$

$$S_{p2} = (771.81 \text{ msnm} - 753.79 \text{ msnm}) - 7.54 \text{ m}$$

$$\mathbf{S_{p2} = 10.48 \text{ m}}$$

Donde

S_{p1} .- Sobrepresión, m

S_{p2} .- Subpresión, m

E_1 .- Elevación de tubería de salida captación, msnm 771.81 msnm

E_2 .- Elev. rebose tanque almacenamiento, msnm 753.79 msnm

- Cuarto calculamos la Resistencia de la tubería

$$P_{t1} = f \cdot P_n = mca$$

$$P_{t1} = 0.95 \cdot 113 \text{ mca}$$

$$\mathbf{P_{t1} = 107.35 \text{ mca}}$$

Donde:

P_t .- Resistencia de la tubería, mca

P_n .- Pres. trabajo tubería, mca 113.00 mca*

f .- Factor de seguridad 0.95

- **Quinto Análisis de la condición**

$$P_{t1} > S_{p1} \quad \quad \quad 107.35 \text{ mca} > 25.57 \text{ m, OK!}$$

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} < 0.61 \text{ m/sec} \quad \quad \quad 0.1641 \text{ m/s} < 0.61 \text{ m/s} \quad \text{OK!}$$

Conclusión: Los resultados nos revelan que usando tubería SDR 26, diámetro nominal 2", la sobre presión en la paredes de la tubería Sp1 no supera la resistencia de la misma. Por tanto se recomienda utilizar tubería PVC SDR 26 de 2 pulgadas de diámetro nominal, para el tramo de la línea de conducción de Q diseño: 0.40 lps

5.7 Tratamiento y desinfección

De acuerdo a los resultados de los análisis realizados en la fuente de captación actual, la fuente es apta para consumo humano, ya que los resultados de los análisis de Plaguicidas, organoclorados y físico químicos salieron negativos, en el caso del resultado de los análisis bacteriológicos, sale un poco alterada respecto a lo establecido en las Normas de calidad de agua para consumo humano, lo que es normal en este caso, ya que la fuente no tiene las condiciones adecuadas, y por lo tanto hay presencia de Coliformes, este parámetro se puede corregir con el tratamiento convencional que se hace en los acueductos (filtración, desinfección y protección de la fuente (cercado)), por lo que se considera que la fuente es apta para consumo humano.

El tratamiento que se propone es desinfección con hipoclorito de sodio, empleando un barril dosificador de cloro constante. El cloro se presenta puro en forma líquida, o compuesta como hipoclorito de calcio el cual se obtiene en forma de polvo blanco y en pastillas, y el hipoclorito de sodio de configuración líquida.

El cloro ha sido el método preferido para la desinfección de agua potable porque tiene la ventaja de ser efectivo, barato, y disponible aún en lugares rurales. También tiene la ventaja de dejar un residuo que continua protegiendo el agua de la contaminación bacteriana que queda en los tubos de distribución y actualmente es el único método de desinfección que logra la meta y que además es barato, eficaz, y disponible.

El cloro es un oxidante tóxico si no se maneja adecuadamente, por lo cual debe ser manipulado con cuidado. La dosis debe ser monitoreada con frecuencia para asegurar que la dosis adecuada del cloro siempre se encuentre entre los rangos y normas establecidas. Se recomienda que el tiempo de contacto entre el cloro y el agua sea de 30 minutos antes de que llegue al primer consumidor; en situaciones adversas se puede aceptar un mínimo de 10 minutos.

La concentración de cloro residual que debe permanecer en los puntos más alejados de la red de Distribución deberá ser 0.2-0.5 mg/l después del periodo de contacto antes señalado.

- **Calculo de la Dosificación de Cloro por dia.**

$$\text{Vol. cloro (lb/dia)} = 0.012 * \text{CMD} * d$$

$$\text{Vol. Cloro (lb/dia)} = 0.012 * 3.91 \text{ gpm} * 2$$

$$\text{Vol. Cloro (lb/dia)} = \mathbf{0.09 \text{ lb/dia}}$$

Dónde:

CMD: Caudal Máximo Día en gpm.

d: Dosis promedio de hipoclorito de Calcio en mg/lit.

0.012: Factor de conversión de unidades.

Para el primer año del proyecto se utilizara una dosificación de 0.09 libras de cloro por día.

- **Calculo de la Dosificación de Hipoclorito de Calcio**

$$\text{Vol. hipoclorito de Calcio} \left(\frac{\text{lb}}{\text{día}} \right) = \frac{\text{Vol. cloro}}{\text{Concentración comercial}}$$

$$\text{Vol. Hipoclorito de Calcio (lb/día)} = 0.09 \text{ lb/día} / 0.7$$

$$\text{Vol. Hipoclorito de Calcio (lb/día)} = 0.1341 \text{ lb/día}$$

$$\text{Vol. hipoclorito de Calcio (gr/día)} = \frac{\text{V. h. Calcio(lb/día)} * 1000}{2.2}$$

$$\text{Vol. Hipoclorito de Calcio (gr/día)} = (0.1341 \text{ lb/día}) * 1000 / 2.2 = \mathbf{60.95 \text{ gr/día}}$$

Dónde:

Vol. Cloro: Volumen de Cloro (lb/día)

Concentración Comercial: Es de 70% para el Cloro.

Para el primer año del proyecto se utilizara una dosificación de 0.13 libras de Hipoclorito de Calcio por día, 60.95 gramos por día.

- **Calculo de la Solución**

$$\text{Vol. solución (lt/día)} = \frac{\text{V. h. Calcio(gr/día)}}{\text{Concentración de la solución} * 100}$$

$$\text{Vol. Solución (lt/día)} = (60.95 \text{ gr/día}) / (1\% * 100) = \mathbf{60.95 \text{ gr/día}}$$

$$\text{Vol. Solución (lt/día)} = (60.95 \text{ gr/día} / 1000) / (1\% * 100) = \mathbf{6.095 \text{ lts/día}}$$

$$\text{Vol. solución (gl/día)} = \frac{\text{Vol. solución(lt/día)}}{3.785}$$

$$\text{Vol. Solución (gl/día)} = (6.095 \text{ lts/día}) / 3.785 = \mathbf{1.61 \text{ gl/día}}$$

Dónde:

V. h. Calcio (gr/día): Volumen de hipoclorito de calcio (gr/día)

Concentración de la solución: Es al 1%.

- **Calculo de la Dosificación**

$$\text{Dosificación (got/min)} = \text{Vol. solución(lt/día)} * 1000 * 13/24/60$$

$$\text{Dosificación (got/min)} = (6.095 \text{ lts/día}) * 1000 * 13/24/60 = \mathbf{55.01 \text{ gotas /min}}$$

Para el primer año del proyecto se utilizara una dosificación de **55.01 gotas /min**
De la Solución.

Ver Tabla 16. Calculo para Desinfección de Agua.

Tabla 16. Cálculo para Desinfección de Agua.

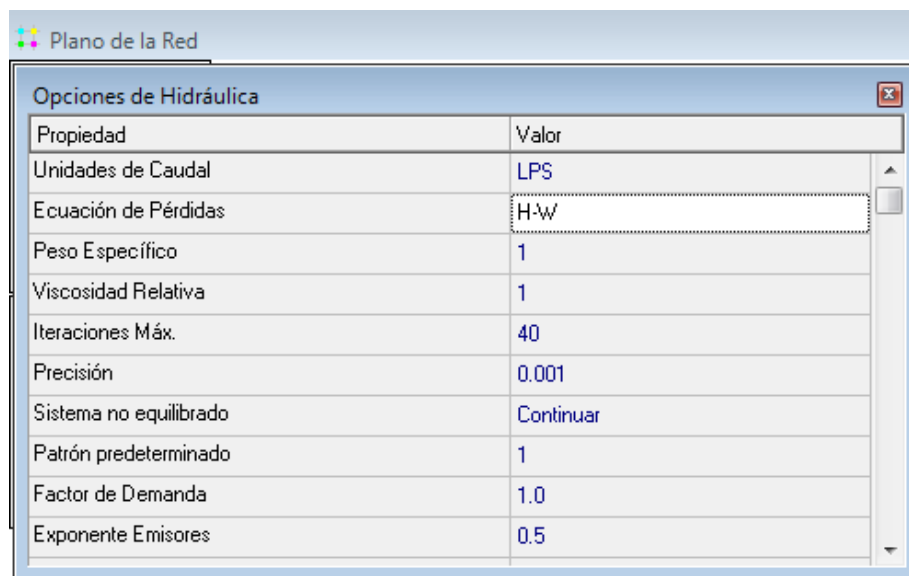
Dosis promedio		Concentración comercial				Concentración solución				
d = 2.00 mg/L		Cc = 0.70				Cs = 0.01				
Año	i	ii	iii		iv	v		vi	vii	viii
	CPDT	Vol. Cloro	Vol. Hipoclorito de Calcio			Vol. Solución		Dosificación	Vol.	
	gpm	lb/día	Lb/día	Kg/día	g/día	L/día	GPD	gotas/min	Kg/año	Costo
		0.012*i*d	ii/conc.					v*1000*13/24/60		C\$/año
2019	3.91	0.09	0.13	0.06	60.94	6.09	1.61	55.01	22.24	2046.65
2020	4.09	0.10	0.14	0.06	63.74	6.37	1.68	57.54	23.27	2097.82
2021	4.11	0.10	0.14	0.06	64.05	6.41	1.69	57.82	23.38	2150.26
2022	4.21	0.10	0.14	0.07	65.61	6.56	1.73	59.23	23.95	2204.02
2023	4.32	0.10	0.15	0.07	67.32	6.73	1.78	60.78	24.57	2259.12
2024	4.43	0.11	0.15	0.07	69.04	6.90	1.82	62.33	25.20	2315.60
2025	4.54	0.11	0.16	0.07	70.75	7.08	1.87	63.87	25.82	2373.49
2026	4.65	0.11	0.16	0.07	72.47	7.25	1.91	65.42	26.45	2432.82
2027	4.77	0.11	0.16	0.07	74.34	7.43	1.96	67.11	27.13	2493.64
2028	4.89	0.12	0.17	0.08	76.21	7.62	2.01	68.80	27.82	2555.98
2029	5.01	0.12	0.17	0.08	78.08	7.81	2.06	70.49	28.50	2619.88
2030	5.13	0.12	0.18	0.08	79.95	7.99	2.11	72.18	29.18	2685.38
2031	5.26	0.13	0.18	0.08	81.97	8.20	2.17	74.00	29.92	2752.52
2032	5.39	0.13	0.18	0.08	84.00	8.40	2.22	75.83	30.66	2821.33
2033	5.53	0.13	0.19	0.09	86.18	8.62	2.28	77.80	31.46	2891.86
2034	5.67	0.14	0.19	0.09	88.36	8.84	2.33	79.77	32.25	2964.16
2035	5.81	0.14	0.20	0.09	90.55	9.05	2.39	81.74	33.05	3038.26
2036	5.95	0.14	0.20	0.09	92.73	9.27	2.45	83.71	33.85	3114.22
2037	6.10	0.15	0.21	0.10	95.06	9.51	2.51	85.82	34.70	3192.07
2038	6.25	0.15	0.21	0.10	97.40	9.74	2.57	87.93	35.55	3271.88
2039	6.41	0.15	0.22	0.10	99.90	9.99	2.64	90.18	36.46	3353.67

5.8 Análisis, Cálculo Hidráulico y Simulación del Sistema en EPANET

5.8.1 Análisis Hidráulico de Línea de Conducción.

Inicialmente establecemos algunos parámetros por defecto que le indicarán al programa bajo que unidades y criterios deseamos realizar el cálculo. En nuestro caso seleccionamos LPS como unidad de medida para el Caudal, Hazen Williams como ecuación para el cálculo de pérdidas; es importante señalar que se debe mantener consistencia entre la ecuación seleccionada y los Factores de Rugosidad que introducimos en las Propiedades de las tuberías, para evitar que el programa nos dé como resultado, pérdidas exageradas.

Imagen N° 8 Opciones de cálculo hidráulico EPANET



Fuente: Elaboración Propia

Algunos elementos tales como los diámetros, el material de la tubería, se proponen en base lo recomendado en los criterios básicos de las normas de diseño. Otra información como elevaciones, longitudes de tramos de tuberías se obtienen del plano topográfico de la comunidad.

El programa también requiere de otros datos específicos y elementos importantes del sistema como fuentes (embalses) y tanques de almacenamiento. A continuación se detallan los datos utilizados en el embalse y tanque propuestos.

Dónde:

1. Cota de solera (m): Cota en metros del fondo del depósito, respecto a un nivel de referencia común, en este caso.
2. Nivel Inicial (m): Nivel del agua en el depósito respecto al fondo del tanque, al comienzo de la simulación, en este caso será de 1.0m.
3. Nivel Mínimo (m): Nivel mínimo del agua respecto al fondo del tanque a mantener en el depósito, durante la simulación no se permitirá que el agua descienda por debajo de dicho nivel, será de 0.50 m.
4. Nivel Máximo (m): Nivel de rebose del tanque.
5. Diámetro (m): Diámetro del depósito, en metros para depósitos cuadrados o rectangulares, se calcula un diámetro equivalente con la siguiente fórmula $1,128 \sqrt{A}$ del tanque.

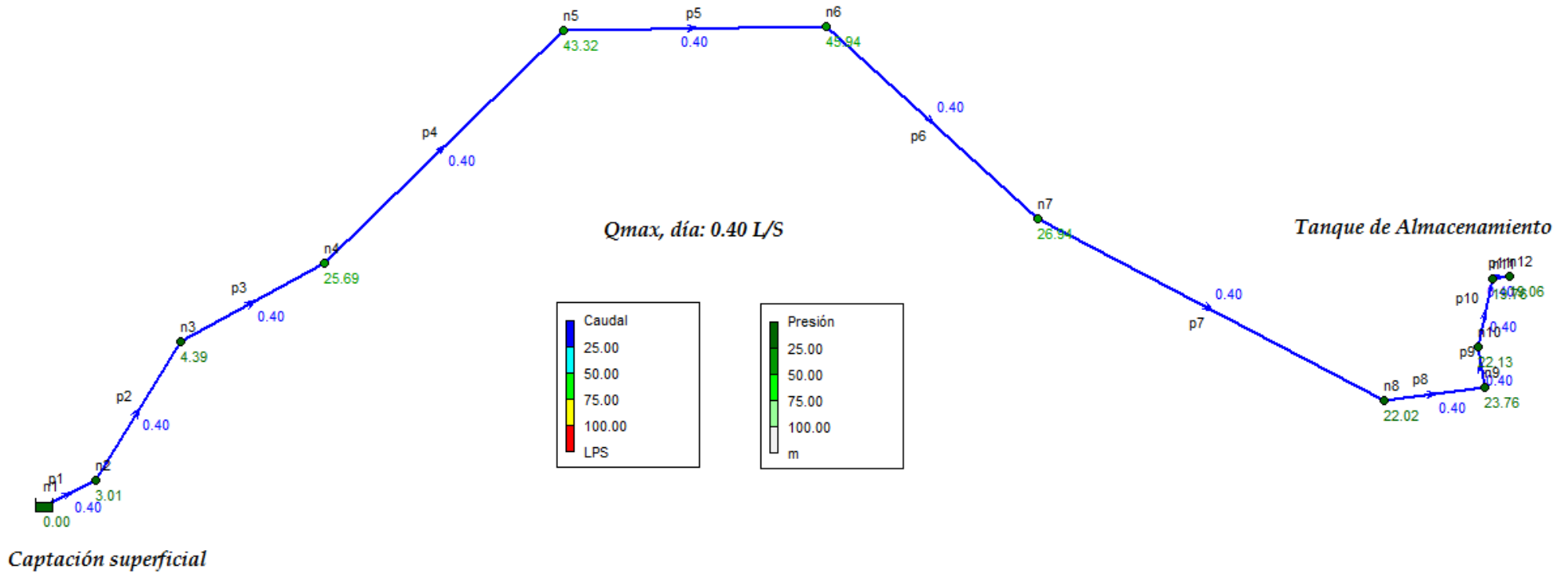
Como resultado de las proyecciones de población y aplicación de las dotaciones de agua potable, se obtienen las demandas de agua de la población a lo largo del periodo de diseño, luego con la distribución espacial de las viviendas y la ubicación de los nodos de análisis, se obtiene la demanda por nodo, generando de esta manera uno de los datos necesarios para el diseño de la red de distribución.

Resultados nudos de Línea de Conducción

La línea de conducción fue concebida para un periodo de diseño de 20 años, tomando como inicio la población actual de la comunidad. Los resultados de la simulación son satisfactorios. El caudal máximo día es de **0.40 L/S**. Longitud, material y diámetro de la línea de conducción: 650.00 metros, PVC sdr 26, Ø 2" (50 mm). Ver Esquemas de Simulación en la Imagen N° 9 y la Tabla N° 17 y 18.

Imagen N° 9 Esquema Línea de Conducción EPANET

LINEA DE CONDUCCION MAG COMUNIDAD LOS MOLLEJONES



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17. Resultados obtenidos en Nudos (Conexiones)

ID Nudo	Cota	Altura	Presión
	m	m	m
Conexión n2	768.785	771.79	3.01
Conexión n3	767.34	771.73	4.39
Conexión n4	745.976	771.67	25.69
Conexión n5	728.217	771.54	43.32
Conexión n6	725.5	771.44	45.94
Conexión n7	744.39	771.33	26.94
Conexión n8	749.17	771.19	22.02
Conexión n9	747.38	771.14	23.76
Conexión n10	748.99	771.12	22.13
Conexión n11	751.34	771.1	19.76
Conexión n12	752.04	771.1	19.06
Embalse n1	771.812	771.81	0

Tabla 18. Resultados obtenidos en Tuberías

ID	Longitud	Ø	Rugosidad	Q	Velocidad	Pérd.	Factor de	Estado
Línea	m	mm		LPS	m/s	Unit.	Fricción	
Tubería p1	19.61	50	150	0.4	0.2	1.1	0.026	Abierto
Tubería p2	55.8	50	150	0.4	0.2	1.1	0.026	Abierto
Tubería p3	56.43	50	150	0.4	0.2	1.1	0.026	Abierto
Tubería p4	113.55	50	150	0.4	0.2	1.1	0.026	Abierto
Tubería p5	88.83	50	150	0.4	0.2	1.1	0.026	Abierto
Tubería p6	99.37	50	150	0.4	0.2	1.1	0.026	Abierto
Tubería p7	132.86	50	150	0.4	0.2	1.1	0.026	Abierto
Tubería p8	45.76	50	150	0.4	0.2	1.1	0.026	Abierto
Tubería p9	11.74	50	150	0.4	0.2	1.1	0.026	Abierto
Tubería p10	20.84	50	150	0.4	0.2	1.1	0.026	Abierto
Tubería p11	5.13	50	150	0.4	0.2	1.1	0.026	Abierto

Fuente : Elaboración Propia

5.8.2 Análisis Hidráulico de Red de Distribución.

- **Presiones de trabajo permitidas**

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que éstas se cumplan dentro de un rango permisible, en los valores siguientes:

- ✓ La presión mínima residual en la red principal será de 14.00 m.
- ✓ La carga estática máxima será de 50.00 m.
- ✓ Se permitirán en puntos aislados, presiones estáticas hasta de 70.00 m., cuando el área de servicio sea de topografía muy irregular.

- **Velocidades permitidas**

Se recomienda fijar valores de las velocidades del flujo en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías. Los valores permisibles son los siguientes:

- ✓ Velocidad mínima = 0.4 m/s
- ✓ Velocidad máxima = 2.0 m/s

El análisis Hidráulico de la red de distribución de la Comunidad Los Mollejones, partirá de los datos obtenidos en el análisis de las tablas 17 y 18.

Para iniciar el análisis hidráulico se deberán determinar los siguientes datos:

- ✓ Caudal unitario (cantidad de litros de agua por segundo que consumirá cada habitante)
- ✓ Caudal por ramal (cantidad de agua requerida por ramal)
- ✓ Distribución de caudal por ramal (diferencia del Q inicial y el caudal requerido por ramal)

- **Calculo de Caudal Unitario y distribución de caudales por la red.**

$$Q_{Unitario} (lts/s) = \frac{CMH (lts/s)}{P_f(hab)}$$

$$Q_{Unitario} = \frac{0.73 lts/s}{333 hab} = 0.002192 lt/s$$

$$Q_{Unitario} = 0.0022 lt/s$$

$$Q_{Ramal} = Q_{unitario} * No Hab_{Ramal}$$

$$Q_{Ramal} = 0.0022 \frac{lt}{s} * 22hab = 0.048lt/s$$

El cálculo mostrado representa el caudal que requiere el ramal uno.

Después de obtener la distribución de caudales correspondientes a cada ramal, se efectúa el análisis hidráulico tal como se realizó en el inciso 5.6.1. Sin embargo el cálculo no se realizó en Excel debido a que como mencionábamos anteriormente el cálculo manual es extenso y tedioso.

El Ramal 1 representa la línea principal de la red de distribución, esta inicia desde el estacionamiento donde está situado el tanque de almacenamiento en la estación 0+000.00 hasta 1+116.16 con una longitud de 1,116.16 ml. De esta se bifurcan diferentes ramales los cuales son:

Ramal No 2 , inicia en el estacionamiento 0+670.00 del ramal 1 con 396.59 ml de longitud.

Ramal No 3, inicia en el estacionamiento 0+681.80 del ramal 1 con 1,049.52 ml de longitud.

Ramal No 4, inicia en el estacionamiento 0+100.00 del ramal 3 con 70.54 ml de longitud.

Ramal No 5, inicia el estacionamiento 0+624.00 del ramal 3 con 470.23 ml de longitud.

Ramal No 6, inicia en el estacionamiento 0+050.00 del ramal 5 con 176.09 ml de longitud.

Ramal No 7, inicia en el estacionamiento 0+920 del ramal 1 con 898.84 ml de longitud.

Ramal No 8, inicia en el estacionamiento 0+650.00 del ramal 7 con 164.50 ml de longitud.

Ramal No 9, inicia en el estacionamiento 0+690.00 del perfil central 7 con 76.38 ml de longitud.

Ramal No 10, inicia en el estacionamiento 0+770.00 del ramal 1 con 62.23 ml de longitud.

Resultados de la simulación hidráulica de Red de Distribución

La red de distribución fue concebida para un periodo de diseño de 20 años, tomando como inicio la población actual de la comunidad.

El caudal máximo hora calculado es de **0.73 L/S**. Los resultados de la simulación son satisfactorios.

Del análisis se puede observar que las presiones residuales están dentro del rango que orientan las normas de diseño, no así las velocidades. Esto se debe a que estamos trabajando con caudales relativamente pequeños. Por otra parte, las tuberías seleccionadas son las mínimas posibles, diámetros menores a esos ya no es recomendable instalar. En casos similares al nuestro, se determina que predomina el diseño en base a las presiones residuales y no a las velocidades.

Esta condición de análisis simula a la red de distribución trabajando con los caudales máximos esperados en la red, que corresponden a la condición de consumo de máxima hora del año 20 o final del período de diseño, para conocer las presiones más bajas esperadas en la red.

En los análisis realizados se pueden observar que las presiones en la mayoría de los nodos están dentro del orden de la normativa. Sin embargo, debido a las diferencias altimétricas, las cuales superan los 100 metros, y por ende, las presiones permisibles en la red (50 mca), se propone la instalación de 7 válvulas reguladoras de presión (VRP), para cumplir con la normativa nacional.

Longitud, material y diámetro de la red de distribución: La red de distribución tiene una longitud total de 4,505.00 metros, los diámetros propuestos son entre 38 mm (1 1/2") y 50 mm (2"), material pvc sdr 26.

Para analizar las presiones en la red de distribución, se presentan dos simulaciones, la primera que representa el Consumo Máximo Horario y la otra simulación es sin consumos. Ver más detalle en sección de Anexos.

5.9 Cálculo de Volumen de Almacenamiento

La capacidad del tanque de almacenamiento deberá de satisfacer las condiciones siguientes:

- a) **Volumen Compensador:** El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimara en 15% del consumo promedio diario.
- b) **Volumen de reserva:** El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimara igual al 20 % del consumo promedio diario.

De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento estimada es la suma del volumen compensador y el volumen de reserva que es igual al 35% del consumo promedio diario. (Referencia capítulo II Dotaciones y demandas para el consumo – Normas de diseño de sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua)

Se calcula el dimensionamiento necesario del tanque según los datos de consumo de la población se calculan el volumen necesario para el tanque, el cual corresponde al 35% del consumo promedio diario:

Volumen Total = Volumen compensador + Volumen de Reserva

$$\text{Volumen total} = (23,310 \text{ lts/día} * 0.15) + (23,310 \text{ lts/día} * 0.20)$$

$$\text{Volumen Total} = 3,496.5 \text{ lts/día} + 4,662.00 \text{ lts/día}$$

Volumen total = 8,158.50 lts / día

$$\text{Volumen de Diseño} = 8,158.50 \text{ lts/día} / 1000 \text{ lts}$$

$$\text{Volumen de Diseño} = 8.1585 \text{ m}^3$$

Volumen de Diseño \approx 8.00 m³

Las estimaciones de demanda de almacenamiento del sistema indican que se requiere un volumen de 8.00 m³.

Tabla No. 19 Proyección de almacenamiento

N°	Año	Consumo Promedio Diario Total (litrosx día)	Volumen para atender eventualidades 20% CPDT	Volumen para cubrir fluctuaciones horarias de consumo 15% CPDT	Volumen Total	
					Litros	m ³
0	2019	14,210	2842	2132	4974	5
1	2020	14,560	2912	2184	5096	5
2	2021	14,910	2982	2237	5219	5
3	2022	15,260	3052	2289	5341	5
4	2023	15,680	3136	2352	5488	5
5	2024	16,030	3206	2405	5611	6
6	2025	16,450	3290	2468	5758	6
7	2026	16,870	3374	2531	5905	6
8	2027	17,290	3458	2594	6052	6
9	2028	17,710	3542	2657	6199	6
10	2029	18,130	3626	2720	6346	6
11	2030	18,620	3724	2793	6517	7
12	2031	19,110	3822	2867	6689	7
13	2032	19,530	3906	2930	6836	7
14	2033	20,020	4004	3003	7007	7
15	2034	20,580	4116	3087	7203	7
16	2035	21,070	4214	3161	7375	7
17	2036	21,560	4312	3234	7546	8
18	2037	22,120	4424	3318	7742	8
19	2038	22,680	4536	3402	7938	8
20	2039	23,310	4662	3497	8159	8

Se proponen las siguientes dimensiones que satisfacen la necesidad de albergar 8.00 m³ de agua.

Datos iniciales:

$$Ancho = 2.2 \text{ m}$$

$$Largo = 2.2 \text{ m}$$

$$h_w = 1.70 \text{ m}$$

$$V_{Diseño} = 2.2 \text{ m} * 2.2 \text{ m} * 1.7 \text{ m} = 8.228 \text{ m}^3$$

Dimensiones Finales: Ancho * Longitud * Altura Final

Dimensiones Finales: 2.2 m * 2.2 m * 2.00 m

La Altura final incluye 0.3 m de borde libre: La Normas de Diseño para pequeños Sistemas de Acueductos Rurales hace recomendación de 0.5 m de borde libre desde el nivel de agua hasta la tapa del tanque. En este caso se propone un borde libre de 0.30 m para reducir el grado de esbeltez de las paredes del tanque.

$$Borde Libre = 0.30 \text{ m}$$

$$h_t = 2 \text{ m}$$

Las dimensiones propuestas sobrepasan las mínimas requeridas en cuanto a capacidad de almacenamiento y cumplen con el requisito estructural de simetría.

5.10 Conexiones domiciliarias

El nivel de servicio son conexiones domiciliarias con micro medición. Para el proyecto se instalaran 49 conexiones domiciliarias de patio. Para un monto total de **C\$ 98,077.35**

5.11 Costo y presupuesto

Se determinaron las cantidades de materiales y costo total que tendrá el MAG, a través de la memoria de cálculo de que contiene el presupuesto de materiales y presupuesto de mano de obra. Para el presupuesto de materiales y mano de obra se cuantificaran las cantidades de obras, el costo unitario de cada actividad y el valor de transporte, para determinar el costo total que tendrá cada ítem, para ello se utilizó la guía de costos FISE para estimar los costos. Los conceptos que utilizaremos para presupuestar el sistema serán los siguientes: Preliminares, Captación, Línea de conducción, Tratamiento, Tanque de almacenamiento, Red de distribución, Conexiones domiciliarias, etc

Tabla No. 20. Presupuesto de inversión. Precios Financiero

No.	DESCRIPCION	COSTO TOTAL (C\$)	COSTO TOTAL (\$)
1	PRELIMINARES	C\$ 47,411.90	\$1,484.62
2	CAPTACION NUEVA DIQUE - TOMA	C\$ 162,224.02	\$5,079.77
3	FILTRO GRUESO DINAMICO (FGDi)	C\$ 163,273.84	\$5,112.64
4	EQUIPO DE CLORINACIÓN	C\$ 51,543.80	\$1,614.01
5	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	C\$ 208,854.49	\$6,539.93
6	LINEA DE CONDUCCION	C\$ 123,219.70	\$3,858.42
7	RED DE DISTRIBUCION	C\$ 890,025.85	\$27,869.66
8	CONEXIONES DOMICILIARES	C\$ 98,077.35	\$3,071.13
9	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA	C\$ 14,250.00	\$446.21
	COSTO DIRECTO (CD= Mat+MO)	C\$ 1,758,880.95	\$55,076.39
	Administración (5% CD)	C\$ 87,944.05	C\$ 2,753.82
	Imprevistos (5% CD)	C\$ 87,944.05	C\$ 2,753.82
	Utilidades (10% de (CD+Adm+Imp))	C\$ 193,476.90	C\$ 6,058.40
	Supervisión (5% CD)	C\$ 87,944.05	C\$ 2,753.82
	Costos Indirectos (CI)	C\$ 457,309.05	\$14,319.86
	SUB TOTAL	C\$ 2,216,190.00	\$69,396.25
	Gran Total de Mat x Factor Transporte (5%)	C\$ 57,221.66	\$1,791.80
	COSTO TOTAL	C\$ 2,273,411.66	\$71,188.05

**Tabla No. 21 Resumen de Costos Directos
(Materiales + Mano de Obra)**

No.	DESCRIPCION	COSTO TOTAL (C\$)	COSTO TOTAL (\$)
1	PRELIMINARES	C\$ 47,411.90	\$1,484.62
2	CAPTACION NUEVA DIQUE - TOMA	C\$ 162,224.02	\$5,079.77
3	FILTRO GRUESO DINAMICO (FGDi)	C\$ 163,273.84	\$5,112.64
4	EQUIPO DE CLORINACIÓN	C\$ 51,543.80	\$1,614.01
5	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	C\$ 208,854.49	\$6,539.93
6	LINEA DE CONDUCCION	C\$ 123,219.70	\$3,858.42
7	RED DE DISTRIBUCION	C\$ 890,025.85	\$27,869.66
8	CONEXIONES DOMICILIARES	C\$ 98,077.35	\$3,071.13
9	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA	C\$ 14,250.00	\$446.21
	COSTO DIRECTO (CD= Mat+MO)	C\$ 1,758,880.95	\$55,076.39

Tablas No. 22 Resumen de aportes con costos directos

FUENTE DE FINANCIAMIENTO	COSTOS DIRECTOS			
	MATERIALES Y MANO DE OBRA			
	MATERIALES Y MANO DE OBRA C\$	MATERIALES	MANO DE OBRA	MATERIALES Y MANO DE OBRA USD US\$
ALCALDIA	1,369,943.40	890,463.21	479,480.19	42,897.46
BENEFICIARIOS	388,937.55	252,809.41	136,128.14	12,178.92
TOTAL DE APORTES	1,758,880.95	1,143,272.62	615,608.33	55,076.39

Fuente: Elaboración Propia

5.12 Cálculo de Tarifa

Para el cálculo de la Tarifa del proyecto se utilizó como documento base la Cartilla del FISE, para el cálculo de tarifas en pequeños sistemas de agua potable. Para obtener dicho costo se utilizó la formula siguiente:

$$CP = \frac{OMA + RAF}{V}$$

OMA = (SP + EE + PQ + M) + GA.

RAF = Costo de reposición de los activos fijos.

V = Volumen de agua facturado en un año expresado en m³.

V = [P * (1 – ANC)], donde ANC es el agua no contabilizada o perdidas máximas admisibles del 20% (ANC = 0.20).

O y M = Costos de operación y mantenimiento.

SP = Salarios y Prestaciones Sociales.

EE = Energía Eléctrica.

PQ = Productos Químicos.

M = Materiales.

GA = Gastos de Administración.

El cálculo para obtener la Tarifa a utilizar en el proyecto se detalla en las siguientes Tablas:

TABLA 25. CALCULO OPERACIÓN, MANTENIMIENTO, ADMINISTRACION Y TARIFA

Proyecto: DISEÑO DE MINI ACUEDUCTO POR GRAVEDAD DE LA COMUNIDAD LOS MOLLEJONES

TIPO DE PROYECTO:		MAG	MAG	MAG	MAG						CALCULO RAF	
			Cant.	Salarios por mes			COSTOS DE EVALUACION (c\$)				V.U.	COSTO RAF
DATOS BASICOS:			1	Respons.	C\$ 1,500.00		1	Captación	C\$ 162,224.02	0.01	20	C\$ 8,111.20
			1	Operador	C\$ 0.00		2	Equipo de bombeo	C\$ 0.00	0.30	15	C\$ 0.00
				Prestac. Soc.	C\$ 0.00		3	Instalaciones eléctricas	C\$ 0.00	0.02	20	C\$ 0.00
KgCloro = C\$200.00				TOTAL:	C\$ 1,500.00		4	Linea de conduccion	C\$ 123,219.70	0.15	15	C\$ 8,214.65
							5	Linea de distribucion	C\$ 890,025.85	0.15	15	C\$ 59,335.06
							6	Conexiones domiciliaries	C\$ 98,077.35	0.15	15	C\$ 6,538.49
							7	Tk de almacenamiento	C\$ 208,854.49	0.03	20	C\$ 10,442.72
							8	Gasto administrativo	C\$ 2,800.00		TOTAL:	C\$ 14,753.14
								TOTAL:	C\$ 1482,401.42			

Nº	Periodo	m³/año	Costos de operación		Costo total de Op.	Costos de Mantenimiento							Costos de mnto., C\$/año	Costos de "OMA", C\$/año	Costos "OMA + RAF", C\$/año	Tarifa, C\$/m³
			Hipoclorito	Personal		1	2	3	4	5	6	7				
			PQ	SP	C\$/año											
0	2019	5,186.65	2046.65	18000.000	20,046.65	C\$ 81.11	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 1,232.20	C\$ 8,900.26	C\$ 980.77	C\$ 313.28	C\$ 11,507.62	C\$ 34,354.27	C\$ 49,107.41	C\$ 9.47
1	2020	5,314.40	2097.82	18000.000	20,097.82	C\$ 81.11	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 1,232.20	C\$ 8,900.26	C\$ 980.77	C\$ 313.28	C\$ 11,507.62	C\$ 34,405.44	C\$ 49,158.58	C\$ 9.25
2	2021	5,442.15	2150.26	18000.000	20,150.26	C\$ 81.11	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 1,232.20	C\$ 8,900.26	C\$ 980.77	C\$ 313.28	C\$ 11,507.62	C\$ 34,457.88	C\$ 49,211.02	C\$ 9.04
3	2022	5,569.90	2204.02	18000.000	20,204.02	C\$ 81.11	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 1,232.20	C\$ 8,900.26	C\$ 980.77	C\$ 313.28	C\$ 11,507.62	C\$ 34,511.64	C\$ 49,264.78	C\$ 8.84
4	2023	5,723.20	2259.12	18000.000	20,259.12	C\$ 81.11	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 1,232.20	C\$ 8,900.26	C\$ 980.77	C\$ 313.28	C\$ 11,507.62	C\$ 34,566.74	C\$ 49,319.88	C\$ 8.62
5	2024	5,850.95	2315.60	18000.000	20,315.60	C\$ 81.11	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 1,232.20	C\$ 8,900.26	C\$ 980.77	C\$ 313.28	C\$ 11,507.62	C\$ 34,623.22	C\$ 49,376.36	C\$ 8.44
6	2025	6,004.25	2373.49	18000.000	20,373.49	C\$ 81.11	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 1,232.20	C\$ 8,900.26	C\$ 980.77	C\$ 313.28	C\$ 11,507.62	C\$ 34,681.11	C\$ 49,434.25	C\$ 8.23
7	2026	6,157.55	2432.82	18000.000	20,432.82	C\$ 81.11	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 1,232.20	C\$ 8,900.26	C\$ 980.77	C\$ 313.28	C\$ 11,507.62	C\$ 34,740.45	C\$ 49,493.58	C\$ 8.04
8	2027	6,310.85	2493.64	18000.000	20,493.64	C\$ 81.11	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 1,232.20	C\$ 8,900.26	C\$ 980.77	C\$ 313.28	C\$ 11,507.62	C\$ 34,801.27	C\$ 49,554.40	C\$ 7.85
9	2028	6,464.15	2555.98	18000.000	20,555.98	C\$ 81.11	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 1,232.20	C\$ 8,900.26	C\$ 980.77	C\$ 313.28	C\$ 11,507.62	C\$ 34,863.61	C\$ 49,616.74	C\$ 7.68
10	2029	6,617.45	2619.88	18000.000	20,619.88	C\$ 81.11	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 1,232.20	C\$ 8,900.26	C\$ 980.77	C\$ 313.28	C\$ 11,507.62	C\$ 34,927.51	C\$ 49,680.64	C\$ 7.51
11	2030	6,796.30	2685.38	18000.000	20,685.38	C\$ 81.11	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 1,232.20	C\$ 8,900.26	C\$ 980.77	C\$ 313.28	C\$ 11,507.62	C\$ 34,993.00	C\$ 49,746.14	C\$ 7.32
12	2031	6,975.15	2752.52	18000.000	20,752.52	C\$ 81.11	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 1,232.20	C\$ 8,900.26	C\$ 980.77	C\$ 313.28	C\$ 11,507.62	C\$ 35,060.14	C\$ 49,813.28	C\$ 7.14
13	2032	7,128.45	2821.33	18000.000	20,821.33	C\$ 81.11	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 1,232.20	C\$ 8,900.26	C\$ 980.77	C\$ 313.28	C\$ 11,507.62	C\$ 35,128.95	C\$ 49,882.09	C\$ 7.00
14	2033	7,307.30	2891.86	18000.000	20,891.86	C\$ 81.11	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 1,232.20	C\$ 8,900.26	C\$ 980.77	C\$ 313.28	C\$ 11,507.62	C\$ 35,199.48	C\$ 49,952.62	C\$ 6.84
15	2034	7,511.70	2964.16	18000.000	20,964.16	C\$ 81.11	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 1,232.20	C\$ 8,900.26	C\$ 980.77	C\$ 313.28	C\$ 11,507.62	C\$ 35,271.78	C\$ 50,024.92	C\$ 6.66
16	2035	7,690.55	3038.26	18000.000	21,038.26	C\$ 81.11	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 1,232.20	C\$ 8,900.26	C\$ 980.77	C\$ 313.28	C\$ 11,507.62	C\$ 35,345.89	C\$ 50,099.02	C\$ 6.51
17	2036	7,869.40	3114.22	18000.000	21,114.22	C\$ 81.11	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 1,232.20	C\$ 8,900.26	C\$ 980.77	C\$ 313.28	C\$ 11,507.62	C\$ 35,421.84	C\$ 50,174.98	C\$ 6.38
18	2037	8,073.80	3192.07	18000.000	21,192.07	C\$ 81.11	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 1,232.20	C\$ 8,900.26	C\$ 980.77	C\$ 313.28	C\$ 11,507.62	C\$ 35,499.70	C\$ 50,252.83	C\$ 6.22
19	2038	8,278.20	3271.88	18000.000	21,271.88	C\$ 81.11	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 1,232.20	C\$ 8,900.26	C\$ 980.77	C\$ 313.28	C\$ 11,507.62	C\$ 35,579.50	C\$ 50,332.64	C\$ 6.08
20	2039	8,508.15	3353.67	18000.000	21,353.67	C\$ 81.11	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 1,232.20	C\$ 8,900.26	C\$ 980.77	C\$ 313.28	C\$ 11,507.62	C\$ 35,661.30	C\$ 50,414.43	C\$ 5.93
															SUMA:	C\$ 159.04
															Promedio:	C\$ 7.5735

Una vez obtenida la Tarifa para se considera, establecer los siguientes rangos de Tarifa:

Considerando un promedio de habitantes por casa y la dotación según normativa

$$\text{Consumo} = 5 \text{ hab. /casa} \times 60 \text{ lppd} \times 30 \text{ días} = 9.00 \text{ m}^3$$

Se establece por vivienda un consumo de 9.00 m³.

$$\text{Tarifa mínima} = \text{C\$ } 7.5735/\text{m}^3 \times 9 = \text{C\$ } 68.16/\text{viv.} = \text{C\$70.00}$$

Valor de m³ de Agua según consumo.

Consumo Básico entre 0 y 15 m³: costo de C\$ 7.77/m³.

Consumo Complementario entre los 15 – 30 m³: costo C\$ 12.77/m³.

Consumo suntuario mayor de 30 m³: costo C\$ 17.77/m³.

5.13 Evaluación Económica

5.13.1 Cálculo de Inversión per cápita

Tabla 24. Cálculo de Inversión per cápita

Concepto	MAG	
	Costo en Córdobas	Costo en Dólares
Inversión en Agua	C\$ 1758,880.95	US\$55,076.39
Inversión per cápita en agua	C\$ 8,664.44	US\$271.31

Tasa de cambio: C\$31.9353 x \$1US

La Línea de Corte se obtiene de dividir el costo total en dólares de la Inversión en Agua entre el número de protagonistas del componente de agua (203 hab.), el valor obtenido es **\$ 271.31**.

5.13.2 Análisis Económico - Social

Para el Análisis Económico - Social del MAG propuesto dado que es un proyecto de carácter social se considera incluir en el rubro de Ingresos el concepto de **Ahorro Social**, el cual se define en valorar el esfuerzo realizado por la población al acarrear el agua diariamente desde la captaciones existentes (a distancias entre 0.5 kms) hacia sus respectivas viviendas.

De acuerdo a la encuesta socio – económica la población realiza 4 viajes promedio diariamente, invirtiendo 2 hora/día, equivalentes a 1/3 jornada laboral, lo cual en Córdoba equivale a C\$33.33/familia/día.

$$\text{C\$33.33} \times 49 \text{ familias} \times 365 \text{ días} = \text{C\$ 596,166.67}$$

Para el Análisis Económico - Social se elaboró un flujo de caja considerando la Inversión Inicial, los egresos (gastos de operación, mantenimiento y reposición de activos fijos). En los ingresos se consideran los generados por el cobro del agua y el Ahorro Social.

La evaluación financiera se presenta en la Tabla 27.

El Valor Actual Neto (VAN) presenta un valor positivo igual a C\$3,386,317.56, la Tasa Interna de Retorno (TIR) es del 35.84% y la relación Beneficio-Costo B/C es 2.65. Estos indicadores se consideran aceptables, dado que este proyecto es de carácter social. El éxito del mismo radica en los beneficios sociales proporcionados entre ellos: el mejoramiento de la calidad de vida de los protagonistas, reducción de enfermedades de origen hídrico, etc.

Tabla 27. Evaluación Financiera

Tabla 27: Evaluación Financiera												
Nº	Año	Facturación	Beneficios, (C\$)				Costos, (C\$)				VAN	TIR
		(m³/año)	Venta de agua	Ahorro Social	Total	Actualizados	Inversión	Oper. y Mant.	Total	Actualiz.	(al 12%)	(%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
0	2019	5,186.65	39,225.60	596,166.67	635,392.26	635,392.26	1758,880.95	34,354.27	1793,235.22	1793,235.22	-1157,842.96	-1157,842.96
1	2020	5,314.40	40,191.74	596,166.67	636,358.41	568,177.15	0	34,405.44	34,405.44	30,719.14	537,458.01	-53.58%
2	2021	5,442.15	41,157.89	596,166.67	637,324.56	508,071.24	0	34,457.88	34,457.88	27,469.61	480,601.62	-8.31%
3	2022	5,569.90	42,124.04	596,166.67	638,290.71	454,322.72	0	34,511.64	34,511.64	24,564.70	429,758.01	12.58%
4	2023	5,723.20	43,283.42	596,166.67	639,450.08	406,382.09	0	34,566.74	34,566.74	21,967.79	384,414.30	22.78%
5	2024	5,850.95	44,249.56	596,166.67	640,416.23	363,389.37	0	34,623.22	34,623.22	19,646.14	343,743.22	22.78%
6	2025	6,004.25	45,408.94	596,166.67	641,575.61	325,042.17	0	34,681.11	34,681.11	17,570.53	307,471.64	31.19%
7	2026	6,157.55	46,568.32	596,166.67	642,734.99	290,740.67	0	34,740.45	34,740.45	15,714.81	275,025.85	32.96%
8	2027	6,310.85	47,727.70	596,166.67	643,894.36	260,058.13	0	34,801.27	34,801.27	14,055.65	246,002.49	34.02%
9	2028	6,464.15	48,887.07	596,166.67	645,053.74	232,612.85	0	34,863.61	34,863.61	12,572.17	220,040.68	34.68%
10	2029	6,617.45	50,046.45	596,166.67	646,213.12	208,063.33	0	34,927.51	34,927.51	11,245.72	196,817.61	35.10%
11	2030	6,796.30	51,399.06	596,166.67	647,565.72	186,159.67	0	34,993.00	34,993.00	10,059.65	176,100.02	35.36%
12	2031	6,975.15	52,751.66	596,166.67	648,918.33	166,561.17	0	35,060.14	35,060.14	8,999.06	157,562.11	35.53%
13	2032	7,128.45	53,911.04	596,166.67	650,077.71	148,981.03	0	35,128.95	35,128.95	8,050.65	140,930.38	35.64%
14	2033	7,307.30	55,263.65	596,166.67	651,430.32	133,295.55	0	35,199.48	35,199.48	7,202.51	126,093.04	35.71%
15	2034	7,511.70	56,809.48	596,166.67	652,976.15	119,296.30	0	35,271.78	35,271.78	6,444.02	112,852.28	35.76%
16	2035	7,690.55	58,162.09	596,166.67	654,328.76	106,735.19	0	35,345.89	35,345.89	5,765.68	100,969.51	35.79%
17	2036	7,869.40	59,514.70	596,166.67	655,681.36	95,496.28	0	35,421.84	35,421.84	5,158.99	90,337.29	35.81%
18	2037	8,073.80	61,060.53	596,166.67	657,227.20	85,465.56	0	35,499.70	35,499.70	4,616.37	80,849.19	35.82%
19	2038	8,278.20	62,606.37	596,166.67	658,773.04	76,488.01	0	35,579.50	35,579.50	4,131.02	72,356.99	35.83%
20	2039	8,508.15	64,345.44	596,166.67	660,512.10	68,473.15	0	35,661.30	35,661.30	3,696.89	64,776.26	35.84%
Total		140,780.50	1064,694.77	12519,500.00	13584,194.77	5439,203.90	1758,880.95	734,094.70	2492,975.66	2052,886.34	3386,317.56	
Valor Actual Neto:		3386,317.56										
Tasa Interna de Retorno (%)		35.84%										
Relación Beneficio/costo:		2.65										

Por facturación (m³/año), columna (3) = CPDT(m³/día)*365 días/año

Por venta de agua(C\$), columna (4) = Facturación (m³/año), de columna (3), x C\$7.5735/m³, donde C\$7.5735/m³ es la Tarifa Promedio.

En la columna (5) se integra el concepto de Ahorro Social (valoración del esfuerzo realizado por los protagonistas en el acarreo diario del agua desde las captaciones existentes

Beneficios Totales columna (6) = suma de columnas (4) + (5).

Beneficios actualizados, columna (7), aplicando una tasa de descuento del 12% actualizado al año "0".

COSTOS

Costos de Inversión, columna (8)

Costos de operación y mantenimiento, columna (9)

Costos Totales, columna (10) = columna (8) + columna (9)

Costos actualizados, columna (11), aplicando una tasa de descuento del 12% actualizado al año "0".

VALOR ACTUAL NETO (VAN), columna (12), evaluado a la tasa de descuento del 12% = columna (7) - columna (11)

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR), columna (13).

5.14 Programación de obras

PROYECTO AGUA POTABLE MOLLEJONES				TIEMPO DE EJECUCION (SEMANAS)															
No.	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANT.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	PRELIMINARES	GLOBAL	1																
2	CAPTACION	GLOBAL	1																
3	LINEA DE CONDUCCION	M	650																
4	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	GLOBAL	1																
5	RED DE DISTRIBUCION	M	4,505.00																
6	CONEXIONES	C/U	49																
7	LIMPIEZA Y ENTREGA	GLOBAL	1																

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

1. La comunidad Los Mollejones, cuenta en la actualidad con una población base de 203 habitantes, considerando un periodo de diseño de 20 años (2020-2039) y una tasa de crecimiento poblacional de 2.5% anual, para el final del periodo la población será de 333 habitantes, estos en su mayoría se dedican a la agricultura de autoconsumo, mientras que las mujeres atienden las labores del hogar, y dentro de sus actividades que realizan como parte del hogar esta la del acarrear el agua para consumo humano.
2. La comunidad los Mollejones al final del periodo será de 333 habitantes, quienes con una dotación de 70 lppd, demandarán, un consumo máximo diario (CMD) de 0.40 lps y un consumo máximo horario (CMH) de 0.73 lps.
3. Según el estudio topográfico realizado en este trabajo, es factible la construcción de un Mini Acueducto por Gravedad, la configuración adecuada para el sistema es Fuente – Tanque – Red.
4. Para captar el agua del manantial se construirá un muro diseñado a gravedad de concreto ciclópeo, se construirá una línea de conducción de 650 metros lineales de material PVC y Ø 2", Para garantizar las máximas demandas en la red de distribución, se construira un tanque de almacenamiento con la capacidad de almacenar 8 m³, se instalarán 4,505 metros de red de distribución de Ø 1½" y Ø 2" de material PVC, en los puntos donde se generan presiones máximas se resuelve con válvulas reguladoras de presión.
5. El costo aproximado del Mini Acueducto por gravedad para La Comunidad Los Mollejones, asciende a un monto en córdobas de C\$ 2,273,411.66 (Dos millones doscientos setenta y tres mil cuatrocientos once córdobas con 66/100ctvs).

6. Se elaboraron los planos constructivos de la captación, línea de conducción, tanque, red de distribución, así como las especificaciones técnicas de construcción, los cuales están en sección de anexos.

6.2 Recomendaciones

- ✓ Es importante que se tomen las medidas necesarias para proteger la fuente de agua así como la zona de recarga, delimitar el área de recarga, cercado del área de la fuente, reforestación con especies nativas de la zona, obras de conservación de suelo, zanjas e infiltración, etc.
- ✓ La construcción del MAG deberá estar basado y fundamentado bajo los datos obtenidos de las memorias de cálculos en el capítulo V.
- ✓ Realizar aforos frecuentes a la fuente de abastecimiento, estos datos se tendrán que comparar con los datos obtenidos en aforos anteriores, con el objeto de revelar la cantidad de agua disponible.
- ✓ Realizar periódicamente análisis de calidad de agua, para evaluar si la calidad de agua sigue siendo para consumo humano o bien que sirvan de indicador para tomar medidas para evitar la contaminación a la fuente.
- ✓ Revisar la línea de conducción y red de distribución para detectar fugas y repararlas.
- ✓ Capacitar al personal encargado de la operación y mantenimiento del acueducto.

BIBLIOGRAFIA

- ◆ **Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados ente Regulador - INAA** “Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural” y “Saneamiento Básico Rural” (NTON 09001-99).
- ◆ **Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE)** (2007). Manual de Administración del Ciclo de Proyecto Municipal (MACPM).
- ◆ **Monsalve – Nalva** (2005) Levantamiento Altimétrico. Universidad de los Andes (Mérida –México).
- ◆ **Protocolo monográfico** (2014): “Diseño de Mini Acueducto por Gravedad para el sector y San Gregorio y Comunidad Anita, del municipio de Jinotega, Departamento de Jinotega”.
- ◆ **Plan Nacional de Desarrollo Humano (PNDH), 2012.**
- ◆ **OPS-OMS-CEPIS (ORGANIZACIÓN PANAMERICANA PARA LA SALUD.** Norma de Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural y Saneamiento Básico Rural.
- ◆ **Comité de Agua Para la Región (CAPRE).** Norma Regional de Calidad del Agua.
- ◆ **Ministerio de Transporte e Infraestructura.** Reglamento Nacional de la Construcción RNC-07.

Anexos



A-1 LISTA DE BENEFICIARIOS SAP LOS MOLLEJONES

No.	BENEFICIARIO	PUNTO	COORD X	COORD Y	COORD Z
1	JUAN FRANCISCO RAMOS	17	656182.202	1501263.043	748.311
2	GUADALUPE JIRON MEZA	38	656223.922	1501263.458	747.806
3	FREDDY JIRON	68	656345.61	1501193.19	737.063
4	MAXIMINA AMADOR	79	656394.041	1501199.357	729.932
5	AMADO REYES	85	656385.157	1501175.418	730.069
6	JUAN HERRERA UVEDA	86	656401.808	1501170.269	727.972
7	PRIMITIVO MARIN	92	656420.338	1501181.433	726.794
8	PEDRO JIRON	106	656452.836	1501186.39	723.635
9	JUANA IRIAS	118	656498.523	1501177.127	718.747
10	JUAN LOPEZ	157	656616.857	1501167.032	698.282
11	SANTIAGO JIRON	175	656645.404	1501166.347	692.231
12	ISIDRO JIRON	191	656665.883	1501176.821	688.526
13	SALOME TORREZ	205	656714.981	1501181.609	683.404
14	NOEL CHAVARRIA	212	656728.939	1501208.676	683.342
15	ANTONIO ORTIZ	405	656705.638	1501010.266	691.884
16	HILDA HERRERA	418	656732.223	1500901.239	692.049
17	ALVARO UVEDA	419	656728.947	1500893.672	692.791
18	ROGER CASTRO	465	656749.617	1500792.726	716.951
19	NORVIN CASTRO	466	656753.569	1500806.611	718.324
20	PEDRO CHAVARRIA	487	656885.474	1501180.689	670.671
21	ANDRES CASTRO	524	656960.029	1501248.958	666.526
22	HELKIN GUIDO	512	656883.206	1501281.552	672.194
23	PEDRO CASTRO	533	656994.346	1501247.907	663.589
24	PASTORAL	570	657105.284	1501248.636	656.671
38	ESTELA CASTRO	590	657213.56	1501219.767	646.999
26	MARTA GONZALEZ	609	657384.901	1501201.243	642.991
27	MERCEDES CASTRO	743	657767.184	1501181.023	550.208
28	DIMAS PALACIOS	775	657299.753	1501280.783	620.222
29	MELIDA GUTIERREZ	819	657182.004	1501349.362	628.385
30	JUANA GUTIERREZ	828	657191.123	1501405.74	630.912
31	MARCELINO GUTIERREZ	870	657307.702	1501568.246	609.947

No.	BENEFICIARIO	PUNTO	COORD X	COORD Y	COORD Z
32	ISAIAS TORREZ	900	657449.7782	1501326.465	592.642
33	VIVIENDA EN ESPERA	751	657795.801	1501160.076	547.639
34	JOSE LUIS CASTRO	1166	657239.117	1500843.532	639.208
35	CARLOS CHAVARRIA	1179	657297.4821	1500803.515	633.51
36	MARVIN MONTALVAN	1192	657381.786	1500852.847	620.788
37	JUSTINIANO BUCARDO	1317	657422.858	1500915.419	607.853
38	JUSTINIANO BUCARDO	1330	657423.78	1500974.962	610.961
39	REYNALDO GARCIA	1202	657397.392	1500807.511	616.316
40	PEDRO MONTALVAN	1219	657406.379	1500732.053	613.266
41	ESTEBAN GARCIA	1221	657421.4377	1500806.834	615.117
42	VICTORINO GARCIA	1265	657480.5228	1500909.189	599.247
43	MELI PERALTA	1289	657589.6338	1500893.811	579.09
44	VIVIENDA PROPUESTA	385	656783.381	1501208.467	669.87
45	MARCOS CASTRO	909	656816.923	1501236.635	670.058
46	CRISTINA HERRERA	916	656779.47	1501269.63	666.415
47	SANTIAGO JIRON	993	656745.121	1501537.967	641.861
48	ESCUELA LUZ DE BELEN	750	657795.801	1501160.076	547.639
49	IGLESIA EVANGELICA	755	657795.801	1501160.076	548.639


Fuente: Alcaldía Municipal de San José de Bocay

A-2 RESULTADOS DE ANALISIS DE MICROBIOLOGICO

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua <small>Hospital Monte España 300 m al norte, Teléfonos (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6982 Telefax (505) 2267 8169, apartado postal 4598, correo: ventas.servicios@cira-unan.edu.ni</small> </div>  </div>						
Resultados Analíticos de Microbiología						
MATRIZ DE LA MUESTRA						AGUA NATURAL
FUENTE						Río
IDENTIFICACIÓN PROPORCIONADA POR EL CUENTE						Fuente Superficial, Propiedad Amulfo Cerdá
LUGAR Y/O COMUNIDAD						Los Mollejones
MUNICIPIO, DEPARTAMENTO						San José de Bocay, Jinotega
COORDENADAS						1500925 N; 655685 E
ELEVACIÓN						769 msnm
FECHA DE MUESTREO						2015-07-09
HORA DE MUESTREO						06 h 17
CÓDIGO DEL LABORATORIO						MB-1160
FECHA DE RECEPCIÓN						2015-07-09
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS						2015-07-09
FECHA DEL REPORTE						2015-07-16

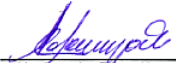
Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Valor Recomendado CAPRE ²	Valor Guía WHO ³
• COLIFORMES TOTALES	9221 B ¹	< 1.8	1.70E+03	NMP/ 100 ml	Negativo	Sin Referencia
• COLIFORMES TERMOTOLERANTES	9221 E ¹	< 1.8	3.30E+03	NMP/ 100 ml	Negativo	No Detectable en 100 ml
• <i>Escherichia coli</i>	9221 F ¹	< 1.8	1.30E+03	NMP/ 100 ml	Negativo	No Detectable en 100 ml

Ensayos Acreditados



Ministerio de Fomento, Industria y Comercio

LABORATORIO DE ENSAYOS
CÓDIGO DE Acreditación: 0420-00112
Alcance de acreditación: en www.mil.gob.ni



Lic. Argentina Zelaya Noguera
Jefe de laboratorio de Microbiología

Clave:
NMP/ 100 ml: Número más Probable en cien mililitros de muestra analizada.

Observación:
Coliformes termotolerantes: Coliformes fecales (denominación anterior)

Referencias:
¹ American Public Health Association (APHA). (2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 21 st .Edition Washington: APHA.
² Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana (CAPRE). (1993). Normas de Calidad para Consumo Humano Costa Rica.
³ World Health Organization (W.H.O) , 2011. Guidelines for drinking- Water Quality, fourth edition. Geneva 27, Switzerland: W.H.O

Datos de Campo:
Temperatura: 25,0 °C

Fuente: Alcaldía Municipal de San José de Bocay

A-3 RESULTADOS DE ANALISIS FISICO-QUIMICO

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua <small>Hospital Monte España 300 m al norte, Teléfonos (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6982 Telefax (505) 2267 8169, apartado postal 4598, correo: ventas.servicios@cira-unan.edu.ni</small> </div> </div>							
Resultados Analíticos Físico Químicos							
MATRIZ DE LA MUESTRA FUENTE IDENTIFICACIÓN PROPORCIONADA POR EL CUENTE LUGAR Y/O COMUNIDAD MUNICIPIO, DEPARTAMENTO COORDENADAS ELEVACIÓN FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO				AGUA NATURAL Río Fuente: Superficial, propiedad Amulio Cerdá Los Molejones San José de Bocay, Jinotega 1500925 N; 855685 E 769 msnm 2015-07-09 06 h 17			
CÓDIGO DEL LABORATORIO FECHA DE RECEPCIÓN FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS FECHA DEL REPORTE				AN-818 2015-07-09 2015-07-09 2015-08-19			
Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	mg.l ⁻¹	Rango de Detección	Valores máximos admisibles CAPRE 2
TURBIDEZ	2130.B ¹		0,05	UNT		0,00 a 999	5,00 UNT
pH A 25,0 °C	4500-H.B ¹		6,21	Unidades de pH		0,10 a 14,00	6,5 - 8,5 Unidades de pH
CONDUCTIVIDAD A 25,7 °C	2510.B ¹		58,90	µS.cm ⁻¹		1,0 a 100 000,00	Sin referencia
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	1030.E ¹		38,87	mg.l ⁻¹			1000,00 mg.l ⁻¹
COLOR VERDADERO	2120.B ¹		10,0	mg.l ⁻¹ Pt-Co		5,0 - 70,0	15,00 mg.l ⁻¹ Pt-Co
CALCIO	3500-Ca.B ¹	0,08	4,41	mg.l ⁻¹	0,220		Sin referencia
MAGNESIO	3500-Mg.B ¹	0,20	2,19	mg.l ⁻¹	0,180		50,00 mg.l ⁻¹
SODIO	3500-Na.B ¹	0,09	5,10	mg.l ⁻¹	0,222		200,00 mg.l ⁻¹
POTASIO	3500-K.B ¹	0,10	4,21	mg.l ⁻¹	0,108		10,00 mg.l ⁻¹
CLORUROS	4110.B ¹	0,25	5,03	mg.l ⁻¹	0,142		250,00 mg.l ⁻¹
NITRATOS	4110.B ¹	0,25	0,87	mg.l ⁻¹	0,014		50,00 mg.l ⁻¹
SULFATOS	4110.B ¹	0,25	1,46	mg.l ⁻¹	0,030		250,00 mg.l ⁻¹
CARBONATOS	2320.B ¹	2,00	< 2,00	mg.l ⁻¹			Sin referencia
BICARBONATOS	2320.B ¹	0,75	31,73	mg.l ⁻¹	0,520		Sin referencia
DUREZA TOTAL Como CaCO ₃	2340.C ¹	0,13	20,00	mg.l ⁻¹	0,400		Sin referencia
ALCALINIDAD TOTAL Como CaCO ₃	2320.B ¹	0,62	26,00	mg.l ⁻¹	0,520		Sin referencia
ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEINA	2320.B ¹	1,67	< 1,67	mg.l ⁻¹			Sin referencia
SILICE REACTIVO DISUELTO	4500-SiO ₂ .C ¹	0,20	41,58	mg.l ⁻¹			Sin referencia
NITRITOS	4500-NO ₂ .B ¹	0,003	0,016	mg.l ⁻¹			0,10 ó 3,00 mg.l ⁻¹ *
HIERRO TOTAL	3500-Fe.B ¹	0,02	0,16	mg.l ⁻¹			0,30 mg.l ⁻¹
FLUORUROS	4110.B ¹	0,25	< 0,25	mg.l ⁻¹			0,7 - 1,5 mg.l ⁻¹
BALANCE IONICO DE LA MUESTRA	1030.E ¹		1,67	%			

Datos de campo:

Temperatura: 25 °C

* Si se toma el valor de 3,00 mg.l⁻¹ debe relacionarse el nitrato y nitró por fórmula



Lic. Shirley Duarte Henríquez

MSc. Junette Molina Marín
 Jefe de laboratorio de Aguas Naturales

Referencias:
 American Public Health Association (APHA), (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21 st Edition. Washington: APHA.
 Comité Coordinador Regional de Ingestión de Agua Potable, (2005). Normas de Calidad de Agua Potable. San José: CCR.

Fuente: Alcaldía Municipal de San José de Bocay

A-4 RESULTADOS DE ANALISIS PLAGUICIDAS-ORGANOCOLORADOS

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua <small>Hospital Monte España 300 m al norte, Teléfonos (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6982 Telefax (505) 2267 8169, apartado postal 4598, correo: ventas.servicios@cira-unan.edu.ni</small> </div>  </div>				
Resultados Analíticos de Plaguicidas Organoclorados				
MATRIZ DE LA MUESTRA			AGUA NATURAL	
FUENTE			Río	
IDENTIFICACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			Fuente Superficial, Propiedad de Amulio Cere	
LUGAR Y/O COMUNIDAD			Los Molejones	
MUNICIPIO, DEPARTAMENTO			San José de Bocay, Jinotega	
COORDENADAS			150925 N; 855685 E	
ELEVACION			769 msnm	
FECHA DE MUESTREO			2015-07-09	
HORA DE MUESTREO			06 h 17	
CÓDIGO DEL LABORATORIO			CO - 351	
FECHA DE RECEPCIÓN			2015-07-09	
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS			2015-07-10	
FECHA DEL REPORTE			2015-08-07	


Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades
ALFAHCH	ORAU/UNAN, 2005*	0,23	AND	ng.l ⁻¹
BETAHCH		0,67	AND	ng.l ⁻¹
DELTAHCH		0,29	AND	ng.l ⁻¹
LINDANO		0,36	AND	ng.l ⁻¹
pp-DDD		0,19	AND	ng.l ⁻¹
pp-DDD		0,26	AND	ng.l ⁻¹
pp-DDT		0,82	AND	ng.l ⁻¹
HEPTACLORO		0,14	AND	ng.l ⁻¹
HEPTACLORO-ÉPOXIDO		0,11	AND	ng.l ⁻¹
ALDRÍN		0,32	AND	ng.l ⁻¹
DIELDRÍN		0,16	AND	ng.l ⁻¹
ENDRÍN		0,28	AND	ng.l ⁻¹
ENDOSULFAN I		0,26	AND	ng.l ⁻¹
ENDOSULFAN II		0,11	AND	ng.l ⁻¹
TOXAFENO		8,70	AND	ng.l ⁻¹

Claves:


AND: Analizado, No Detectado

Datos de Campo:

Temperatura: 25 ° C



Lic. Karla Barrios Rodríguez



Lic. Glorinda Matus Rodríguez
Jefe de laboratorio de Contaminantes Orgánicos

Referencias:

* Procedimiento Operativo Normalizado para Determinar Plaguicidas Organoclorados y Organofosforados en Aguas PON-CO-06, MPON-CO-05

Fuente: Alcaldía Municipal de San José de Bocay

A-5 MEMORIA DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
LINEA DE CONDUCCION

PROYECTO	AGUA POTABLE LOS MOLLEJONES					
TRAMO:	LINEA DE CONDUCCION				ESTACION:	0+000
ESTACION		LONG	COORD X	COORD Y	COORD Z	Descripción
0+000.00		0.000	656143.7570	1501244.8010	747.8630	CON
0+023.81	PI	23.813	656120.1670	1501241.5470	748.3790	CON
0+040.33	PI	16.519	656103.6490	1501241.3870	749.1660	CON
0+058.95	PI	18.614	656089.2980	1501383.2420	750.4720	CON
0+078.49	PI	19.546	656073.4290	1501264.6530	751.1430	CON
0+097.60	PI	19.111	656055.6290	1501271.6100	750.7460	CON
0+116.00	PI	18.394	656038.9560	1501279.3780	750.3800	CON
0+134.89	PI	18.889	656022.1740	1501288.0480	747.9760	CON
0+153.54	PI	18.652	656004.6400	1501294.4090	746.5480	CON
0+173.20	PI	19.663	655986.5460	1501302.1070	744.3860	CON
0+191.57	PI	18.367	655973.4970	1501315.0330	740.9030	CON
0+211.40	PI	19.827	655964.2320	1501332.5620	736.5710	CON
0+231.83	PI	20.436	655950.5260	1501347.7210	732.7520	CON
0+382.90	PI	21.069	655931.6910	1501357.1630	729.2820	CON
0+272.55	PI	19.646	655914.9590	1501367.4590	738.5000	CON
0+290.81	PI	18.264	655896.7000	1501367.9040	728.8010	CON
0+309.14	PI	18.331	655878.3890	1501367.0490	727.6370	CON
0+326.39	PI	17.247	655861.1440	1501367.3240	727.8950	CON
0+343.01	PI	16.616	655844.5660	1501366.2020	728.3450	CON
0+361.37	PI	18.366	655826.2010	1501365.9840	728.2170	CON
0+376.60	PI	15.224	655817.3080	1501353.6280	733.0500	CON
0+395.49	PI	18.890	655805.7050	1501338.7220	734.5190	CON
0+415.31	PI	19.838	655790.0990	1501326.4950	737.6850	CON
0+432.59	PI	17.277	655776.8180	1501315.4450	742.6320	CON
0+452.64	PI	20.052	655763.2280	1501300.7010	744.9780	CON

PROYECTO	AGUA POTABLE LOS MOLLEJONES					
TRAMO:	LINEA DE CONDUCCION				ESTACION:	0+000
ESTACION		LONG	COORD X	COORD Y	COORD Z	Descripción
0+474.92	PI	22.278	655745.2790	1501287.5040	745.9760	CON
0+491.10	PI	16.177	655729.5940	1501283.5430	754.3480	CON
0+509.68	PI	18.582	655713.2730	1501274.6600	760.4520	CON
0+531.35	PI	21.670	655696.7000	1501260.6990	767.3400	CON
0+558.38	PI	26.898	655686.9780	1501235.6190	766.8440	CON
0+570.77	PI	12.528	655679.0830	1501238.8920	765.4580	CON
0+579.60	PI	8.823	655673.1750	1501219.3390	767.6420	PN
0+587.15	PI	7.549	655668.1150	1501213.7370	768.7850	CON
0+606.75	PI	19.609	655650.4540	1501205.2170	771.8120	CON

RED DE DISTRIBUCIÓN

PROY.	AGUA POTABLE LOS MOLEJONES					
TRAMO:	RED DE DISTRIBUCION				EST.	0+000
ESTACION		LONG	COORD X	COORD Y	COORD Z	Descrip.
KM	TIPO					
0+000.00		0.000	656143.7570	1501244.8010	747.8630	DIS
0+020.74	PI	20.738	656163.4360	1501251.3440	749.6430	DIS
0+041.12	PI	20.378	656182.9840	1501257.1010	750.1350	DIS
0+061.59	PI	20.477	656203.4290	1501258.2480	748.8010	DIS
0+082.00	PI	20.406	656223.8220	1501257.5130	747.6680	DIS
0+100.78	PI	18.783	656242.3100	1501254.1960	746.4100	DIS
0+120.03	PI	19.248	656260.9890	1501249.5500	744.5680	DIS
0+140.48	PI	20.446	656281.3260	1501247.4390	743.8310	DIS
0+160.94	PI	20.467	656298.4160	1501236.1770	742.3230	DIS
0+179.37	PI	18.424	656313.4290	1501225.4980	741.7650	DIS
0+199.27	PI	19.906	656328.3570	1501212.3300	739.1150	DIS

PROY.	AGUA POTABLE LOS MOLEJONES					
TRAMO:	RED DE DISTRIBUCION				EST.	0+000
ESTACION		LONG	COORD X	COORD Y	COORD Z	Descrip.
0+219.38	PI	20.106	656347.0460	1501204.9150	737.4130	DIS
0+239.88	PI	20.496	656365.9260	1501196.9380	735.2190	DIS
0+259.14	PI	19.260	656383.0840	1501188.1880	730.6490	DIS
0+275.22	PI	16.080	656398.6100	1501184.0050	728.7220	DIS
0+292.50	PI	17.280	656415.4830	1501180.2790	727.2650	DIS
0+310.39	PI	17.899	656433.2770	1501182.2140	724.9660	DIS
0+329.25	PI	18.858	656452.1300	1501181.7880	722.8480	DIS
0+348.75	PI	19.498	656471.4560	1501179.2030	720.6630	DIS
0+366.52	PI	17.771	656489.0080	1501176.4210	718.9230	DIS
0+385.13	PI	18.607	656507.2380	1501172.6960	717.2500	DIS
0+405.81	PI	20.687	656527.5160	1501168.6050	714.3060	DIS
0+424.71	PI	18.892	656546.2060	1501165.8470	711.0120	DIS
0+442.54	PI	17.835	656563.9560	1501164.1120	707.9680	DIS
0+460.14	PI	17.601	656581.5390	1501164.9050	704.4760	DIS
0+480.71	PI	20.569	656601.4400	1501170.1030	699.9050	DIS
0+499.18	PI	18.467	656619.0820	1501175.5610	697.0460	DIS
0+518.56	PI	19.382	656637.7990	1501180.5930	693.5180	DIS
0+537.58	PI	19.018	656656.4140	1501184.4850	689.7220	DIS
0+557.70	PI	20.124	656676.1530	1501188.4050	687.5640	DIS
0+576.39	PI	18.691	656694.6390	1501191.1690	685.3740	DIS
0+591.10	PI	14.702	656709.3100	1501192.1190	683.5510	DIS
0+611.26	PI	20.167	656729.3100	1501194.7080	680.5130	DIS
0+633.13	PI	21.868	656750.8080	1501190.7000	677.6020	DIS
0+653.58	PI	20.449	656769.4530	1501182.3010	674.6410	DIS
0+672.54	PI	18.962	656785.0680	1501171.5440	673.0600	DIS
0+692.08	PI	19.538	656792.6270	1501153.5280	672.5770	DIS
0+708.49	PI	16.409	656795.0070	1501137.2930	671.5020	DIS

PROY.	AGUA POTABLE LOS MOLEJONES					
TRAMO:	RED DE DISTRIBUCION				EST.	0+000
ESTACION		LONG	COORD X	COORD Y	COORD Z	Descrip.
0+728.37	PI	19.886	656797.7480	1501117.5970	672.5010	DIS
0+747.62	PI	19.244	656796.0000	1501098.4330	673.5500	DIS
0+767.94	PI	20.326	656789.1210	1501079.3060	674.9450	DIS
0+787.07	PI	19.125	656777.5050	1501064.1130	679.5840	DIS
0+804.47	PI	17.403	656767.2050	1501050.0850	683.8200	DIS
0+820.07	PI	15.597	656760.3290	1501036.0860	686.0820	DIS
0+838.31	PI	18.242	656757.7080	1501018.0330	687.1260	DIS
0+856.80	PI	18.491	656758.9990	1500999.5870	686.4220	DIS
0+875.86	PI	19.054	656759.2920	1500980.5350	683.8770	DIS
0+894.84	PI	18.983	656760.7810	1500961.6100	680.7080	DIS
0+914.34	PI	19.500	656763.7850	1500942.3430	680.3050	DIS
0+933.07	PI	18.736	656761.2730	1500923.7760	683.3270	DIS
0+940.81	PI	7.736	656759.0400	1500916.3690	685.2280	DIS
0+952.22	PI	11.409	656755.5350	1500905.5120	687.2450	DIS
0+971.47	PI	19.247	656742.8080	1500891.0730	691.4050	DIS
0+989.38	PI	17.918	656733.3840	1500875.8340	696.2610	DIS
1+007.83	PI	18.450	656725.9930	1500858.9290	701.0800	DIS
1+025.15	PI	17.319	656721.3990	1500842.2300	702.3290	DIS
1+042.78	PI	17.621	656724.6890	1500824.9190	705.6660	DIS
1+059.97	PI	17.191	656732.2510	1500809.4800	709.0180	DIS
1+078.34	PI	18.376	656740.161	1500792.894	712.478	DIS
1+096.20	PI	17.856	656748.918	1500777.333	714.433	DIS
1+115.98	PI	19.784	656763.721	1500764.207	714.081	DIS
0+000.00		0.000	656785.0680	1501171.5440	673.0600	DIS
0+020.49	PI	20.489	656776.7440	1501190.2660	671.5970	DIS
0+038.23	PI	17.737	656776.7220	1501208.0030	670.5530	DIS
0+056.14	PI	17.916	656780.7890	1501225.4510	670.8240	DIS

PROY.	AGUA POTABLE LOS MOLEJONES					
TRAMO:	RED DE DISTRIBUCION				EST.	0+000
ESTACION		LONG	COORD X	COORD Y	COORD Z	Descrip.
0+075.21	PI	19.072	656784.8140	1501244.0930	667.4630	DIS
0+094.58	PI	19.362	656783.8330	1501263.4300	665.2370	DIS
0+112.67	PI	18.098	656786.1430	1501281.3800	664.2430	DIS
0+130.16	PI	17.484	656785.9140	1501298.8630	661.3560	DIS
0+147.42	PI	17.263	656790.9020	1501315.3900	658.2910	DIS
0+164.34	PI	16.915	656798.5940	1501330.4550	654.6080	DIS
0+181.78	PI	17.445	656804.6110	1501346.8300	649.4880	DIS
0+197.98	PI	16.203	656807.4610	1501362.7800	642.1780	DIS
0+212.04	PI	14.053	656809.2260	1501376.7220	637.2670	DIS
0+230.45	PI	18.409	656797.2070	1501390.6660	636.7060	DIS
0+250.06	PI	19.610	656792.5480	1501409.7140	638.0330	DIS
0+268.30	PI	18.245	656779.0640	1501422.0050	642.0700	DIS
0+287.39	PI	19.090	656761.5800	1501429.6680	642.2410	DIS
0+305.03	PI	17.635	656753.3930	1501445.2870	643.3730	DIS
0+321.23	PI	16.206	656752.3170	1501461.4570	641.8750	DIS
0+340.88	PI	19.646	656750.2250	1501480.9910	640.1580	DIS
0+380.18	PI	39.306	656744.6660	1501519.9020	637.9130	DIS
0+396.59	PI	16.410	656745.3930	1501536.2960	641.9730	DIS
0+433.03	PI	36.436	656747.5205	1501499.9218	639.2000	DIS
0+000.00		0.000	656789.9510	1501163.6670	672.7950	DIS
0+018.84	PI	18.845	656807.4280	1501170.7160	671.6040	DIS
0+038.31	PI	19.465	656825.8630	1501176.9630	669.2680	DIS
0+057.17	PI	18.857	656843.5310	1501183.5540	667.7230	DIS
0+085.31	PI	28.140	656867.8390	1501197.7300	669.1110	DIS
0+103.58	PI	18.272	656879.9690	1501211.3950	669.0430	DIS
0+123.12	PI	19.544	656895.4330	1501223.3460	669.9560	DIS
0+141.89	PI	18.764	656913.0640	1501229.7670	670.8300	DIS

PROY.	AGUA POTABLE LOS MOLEJONES					
TRAMO:	RED DE DISTRIBUCION				EST.	0+000
ESTACION		LONG	COORD X	COORD Y	COORD Z	Descrip.
0+157.48	PI	15.596	656927.4820	1501235.7120	670.0430	DIS
0+160.43	PI	2.943	656930.2350	1501236.7530	669.4680	DIS
0+179.75	PI	19.323	656949.3470	1501239.5990	667.4210	DIS
0+197.98	PI	18.233	656967.5130	1501241.1640	666.2610	DIS
0+216.87	PI	18.884	656986.3970	1501241.0300	664.4700	DIS
0+235.28	PI	18.414	657004.8050	1501241.4820	663.2970	DIS
0+253.50	PI	18.223	657022.9950	1501242.5850	662.5390	DIS
0+272.98	PI	19.474	657042.2640	1501239.7670	660.0580	DIS
0+292.46	PI	19.486	657061.6900	1501238.2390	657.7800	DIS
0+311.74	PI	19.273	657080.9580	1501237.8070	656.6790	DIS
0+331.21	PI	19.472	657100.4300	1501237.7900	655.3990	DIS
0+350.02	PI	18.814	657119.1930	1501239.1780	655.0130	DIS
0+367.84	PI	17.823	657137.0000	1501239.9250	653.9870	DIS
0+386.45	PI	18.609	657155.5610	1501241.2580	652.8550	DIS
0+403.75	PI	17.302	657172.3160	1501236.9430	651.6550	DIS
0+421.51	PI	17.757	657189.5440	1501232.6410	649.1360	DIS
0+440.65	PI	19.135	657208.2240	1501228.4910	647.4540	DIS
0+458.44	PI	17.792	657225.6610	1501224.9550	645.9350	DIS
0+476.75	PI	18.307	657243.3850	1501220.3730	643.8090	DIS
0+494.61	PI	17.866	657261.0130	1501217.4690	641.7380	DIS
0+511.44	PI	16.826	657277.7220	1501219.4490	637.6830	DIS
0+529.33	PI	17.889	657295.2900	1501222.8220	632.2500	DIS
0+548.05	PI	18.727	657313.4320	1501227.4680	628.6280	DIS
0+567.47	PI	19.419	657332.8490	1501227.7470	626.5670	DIS
0+586.32	PI	18.848	657351.6450	1501226.3500	624.4950	DIS
0+605.10	PI	18.776	657370.3060	1501224.2730	622.3780	DIS
0+623.54	PI	18.442	657388.4170	1501220.7970	620.0430	DIS

PROY.	AGUA POTABLE LOS MOLEJONES					
TRAMO:	RED DE DISTRIBUCION				EST.	0+000
ESTACION		LONG	COORD X	COORD Y	COORD Z	Descrip.
0+642.44	PI	18.905	657407.1310	1501218.1190	617.1410	DIS
0+662.09	PI	19.643	657426.7390	1501216.9510	615.2300	DIS
0+681.03	PI	18.941	657445.3390	1501213.3710	613.1380	DIS
0+700.97	PI	19.940	657464.3830	1501207.4600	610.4960	DIS
0+720.76	PI	19.789	657482.7950	1501200.2070	606.9640	DIS
0+740.17	PI	19.414	657499.3250	1501190.0250	602.9790	DIS
0+758.32	PI	18.151	657515.5720	1501181.9320	597.2180	DIS
0+777.27	PI	18.952	657533.2650	1501175.1410	592.5140	DIS
0+787.52	PI	10.247	657542.8240	1501171.4500	590.7530	DIS
0+803.77	PI	16.247	657558.9530	1501173.4060	585.7270	DIS
0+821.62	PI	17.857	657576.5800	1501176.2640	582.5160	DIS
0+839.90	PI	18.270	657593.8770	1501182.1480	580.4030	DIS
0+856.57	PI	16.676	657610.4630	1501180.4150	579.8680	DIS
0+874.64	PI	18.065	657628.5000	1501179.4150	578.4370	DIS
0+890.91	PI	16.276	657644.6840	1501181.1450	574.7750	DIS
0+907.76	PI	16.846	657659.2010	1501189.6910	570.1780	DIS
0+922.92	PI	15.166	657674.2620	1501191.4700	564.0650	DIS
0+938.08	PI	15.154	657689.2550	1501189.2650	558.0810	DIS
0+956.40	PI	18.320	657707.2650	1501185.9070	552.3090	DIS
0+975.32	PI	18.922	657725.7570	1501181.8950	549.5300	DIS
0+994.39	PI	19.073	657744.5430	1501178.6010	549.4730	DIS
1+013.50	PI	19.110	657762.9080	1501173.3180	550.1570	DIS
1+032.15	PI	18.645	657779.6180	1501165.0460	549.3990	DIS
0+000.00	PI	0.000	656879.9690	1501211.3950	669.0430	DIS
0+018.21	PI	18.212	656881.1020	1501229.5720	669.2250	DIS
0+036.26	PI	18.046	656883.5870	1501247.4460	667.2870	DIS
0+053.19	PI	16.932	656885.1140	1501264.3090	670.5050	DIS

PROY.	AGUA POTABLE LOS MOLEJONES					
TRAMO:	RED DE DISTRIBUCION				EST.	0+000
ESTACION		LONG	COORD X	COORD Y	COORD Z	Descrip.
0+070.54	PI	17.348	656883.2060	1501281.5520	672.1940	DIS
0+000.00	PI	0.000	657351.6450	1501226.3500	624.4950	DIS
0+019.22	PI	19.220	657337.6610	1501239.5350	625.4930	DIS
0+037.13	PI	17.911	657322.3380	1501248.8090	622.4330	DIS
0+056.75	PI	19.622	657305.5780	1501259.0140	621.1400	DIS
0+076.40	PI	19.648	657288.7200	1501269.1060	620.0960	DIS
0+095.34	PI	18.935	657273.257	1501280.034	621.488	DIS
0+114.70	PI	19.365	657258.132	1501292.127	623.486	DIS
0+135.57	PI	20.865	657241.907	1501305.245	621.998	DIS
0+154.02	PI	18.451	657224.976	1501312.578	621.791	DIS
0+171.41	PI	17.399	657212.247	1501324.439	622.591	DIS
0+189.24	PI	17.820	657203.6	1501340.021	624.821	DIS
0+207.93	PI	18.699	657195.111	1501356.682	625.646	DIS
0+224.95	PI	17.020	657190.077	1501372.94	627.384	DIS
0+244.20	PI	19.248	657186.956	1501391.933	629.372	DIS
0+262.42	PI	18.220	657195.983	1501407.76	630.473	DIS
0+280.02	PI	17.598	657209.992	1501418.41	628.53	DIS
0+297.83	PI	17.808	657225.61	1501426.965	624.606	DIS
0+313.88	PI	16.056	657236.023	1501439.186	618.58	PN
0+328.95	PI	15.064	657247.693	1501448.711	612.335	DIS
0+344.71	PI	15.765	657259.926	1501458.656	605.429	DIS
0+363.57	PI	18.855	657274.436	1501470.696	603.22	DIS
0+382.15	PI	18.580	657289.263	1501481.893	600.828	DIS
0+400.83	PI	18.687	657301.909	1501495.651	599.373	DIS
0+419.35	PI	18.512	657307.161	1501513.402	601.317	DIS
0+437.24	PI	17.894	657311.851	1501530.67	604.13	DIS
0+454.44	PI	17.206	657311.316	1501547.868	607.961	DIS

PROY.	AGUA POTABLE LOS MOLEJONES					
TRAMO:	RED DE DISTRIBUCION				EST.	0+000
ESTACION		LONG	COORD X	COORD Y	COORD Z	Descrip.
0+470.23	PI	15.781	657310.493	1501563.628	609.73	DIS
0+000.00	PI	0.000	657305.5780	1501259.0140	621.1400	DIS
0+019.49	PI	19.489	657323.0221	1501267.7040	619.1450	DIS
0+038.21	PI	18.725	657340.7508	1501273.7292	615.0320	DIS
0+054.12	PI	15.907	657348.7775	1501287.4621	612.0870	DIS
0+070.76	PI	16.641	657350.1804	1501304.0441	610.7710	DIS
0+088.34	PI	17.576	657363.2309	1501315.817	603.653	DIS
0+105.23	PI	16.890	657378.9549	1501321.984	600.196	DIS
0+121.99	PI	16.760	657394.8362	1501316.63	598.376	DIS
0+140.62	PI	18.631	657413.0521	1501320.54	595.244	DIS
0+159.21	PI	18.590	657431.2528	1501324.326	593.56	DIS
0+177.86	PI	18.648	657449.7782	1501326.465	592.642	DIS
0+000.00	PI	0.000	656762.4314	1500932.3378	681.8699	DIS
0+013.23	PI	13.232	656775.6170	1500931.2350	680.0330	DIS
0+032.52	PI	19.293	656794.8430	1500929.6270	678.5700	DIS
0+050.47	PI	17.947	656811.8280	1500923.8300	677.9460	DIS
0+068.84	PI	18.368	656830.0870	1500921.8360	677.4020	DIS
0+086.81	PI	17.966	656848.023	1500922.882	678.45	DIS
0+098.91	PI	12.109	656859.381	1500927.08	675.635	DIS
0+107.38	PI	8.462	656867.303	1500930.055	674.826	DIS
0+116.84	PI	9.464	656876.196	1500933.292	669.96	DIS
0+120.59	PI	3.744	656879.599	1500934.854	669.81	DIS
0+127.35	PI	6.764	656885.401	1500938.33	668.977	DIS
0+128.61	PI	1.265	656886.657	1500938.179	669.086	VAL
0+139.30	PI	10.685	656896.837	1500934.934	667.107	TUB
0+157.57	PI	18.272	656911.2	1500923.639	666.053	TUB
0+173.21	PI	15.641	656924.859	1500916.019	664.708	TUB

PROY.	AGUA POTABLE LOS MOLEJONES					
TRAMO:	RED DE DISTRIBUCION				EST.	0+000
ESTACION		LONG	COORD X	COORD Y	COORD Z	Descrip.
0+190.44	PI	17.230	656942.023	1500914.507	663.409	TUB
0+206.31	PI	15.870	656957.881	1500913.893	663.144	TUB
0+213.58	PI	7.264	656964.851	1500915.938	662.693	VAL BLOC
0+221.78	PI	8.203	656972.987	1500916.988	663.399	TUB
0+237.82	PI	16.045	656989.03	1500916.707	666.084	TUB
0+254.69	PI	16.867	657005.374	1500920.876	666.151	TUB
0+272.92	PI	18.227	657022.667	1500926.636	664.898	TUB
0+278.56	PI	5.645	657028.22	1500927.65	663.941	TUB
0+283.35	PI	4.788	657032.888	1500926.583	663.105	VAL
0+291.25	PI	7.900	657040.714	1500925.506	661.976	TUB
0+308.22	PI	16.965	657057.344	1500922.153	660.4	TUB
0+325.05	PI	16.829	657073.691	1500918.154	656.528	TUB
0+340.93	PI	15.886	657089.345	1500915.448	652.099	TUB
0+359.56	PI	18.632	657107.921	1500913.999	648.855	TUB
0+377.87	PI	18.309	657126.191	1500915.201	648.693	TUB
0+396.51	PI	18.638	657144.639	1500917.857	647.281	TUB
0+414.97	PI	18.458	657161.884	1500911.275	645.793	TUB
0+432.89	PI	17.919	657176.668	1500901.15	646.001	TUB
0+450.17	PI	17.283	657191.619	1500892.48	644.668	TUB
0+468.84	PI	18.664	657206.812	1500881.64	643.729	TUB
0+486.79	PI	17.953	657221.906	1500871.919	640.136	TUB
0+503.09	PI	16.303	657236.583	1500864.822	640.149	TUB
0+522.70	PI	19.605	657255.306	1500859.008	636.72	TUB
0+549.09	PI	26.395	657279.872	1500868.662	633.592	TUB
0+565.95	PI	16.855	657295.695	1500862.855	629.76	TUB
0+583.08	PI	17.133	657311.479	1500856.191	626.53	TUB
0+601.95	PI	18.871	657329.294	1500849.967	624.232	TUB

PROY.	AGUA POTABLE LOS MOLEJONES					
TRAMO:	RED DE DISTRIBUCION				EST.	0+000
ESTACION		LONG	COORD X	COORD Y	COORD Z	Descrip.
0+621.09	PI	19.139	657346.974	1500842.638	623.184	TUB
0+637.74	PI	16.655	657361.563	1500834.603	621.676	TUB
0+654.73	PI	16.987	657376.217	1500826.011	619.781	TUB
0+671.87	PI	17.134	657390.716	1500816.882	617.357	TUB
0+686.45	PI	14.587	657402.425	1500808.182	615.984	TUB
0+719.71	PI	33.262	657432.6168	1500822.139	600.185	DIS
0+737.15	PI	17.440	657448.1518	1500830.064	597.018	DIS
0+754.97	PI	17.812	657464.1308	1500837.933	595.469	DIS
0+773.76	PI	18.795	657479.4988	1500848.753	595.748	DIS
0+790.87	PI	17.106	657496.2078	1500852.419	593.846	DIS
0+808.05	PI	17.181	657511.9288	1500859.349	592.677	DIS
0+825.16	PI	17.113	657527.8278	1500865.679	592.067	DIS
0+843.36	PI	18.204	657540.2038	1500879.029	589.445	DIS
0+855.22	PI	11.857	657551.8778	1500881.102	583.824	DIS
0+872.32	PI	17.097	657568.8828	1500879.333	580.381	DIS
0+889.71	PI	17.397	657584.9598	1500885.979	579.081	DIS
0+898.84	PI	9.121	657589.6338	1500893.811	579.09	DIS

Fuente: Alcaldía de San José de Bocay

Tanque

RAMAL 1

VRP

Caudal de diseño ($Q_{max, hora}$) : 0.73 L/S.

Presión

50.00

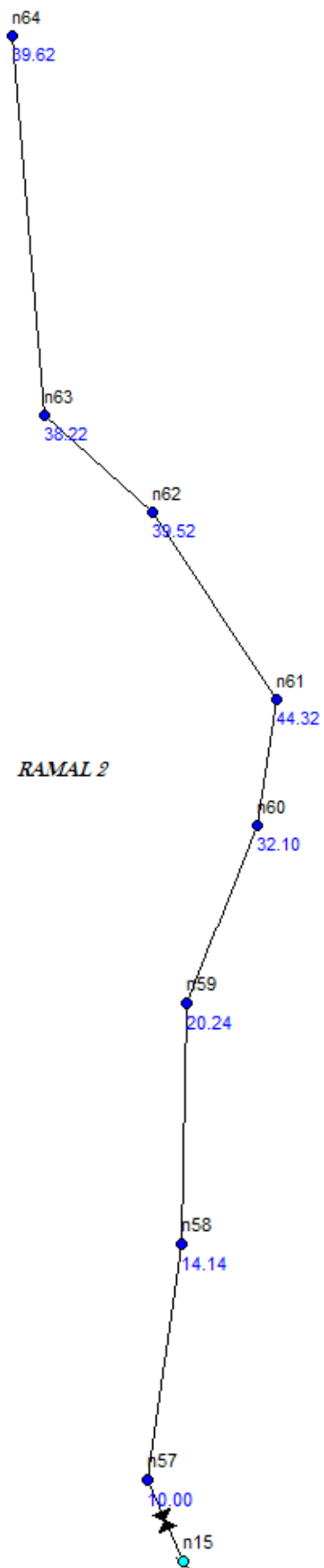
70.00

90.00

100.00

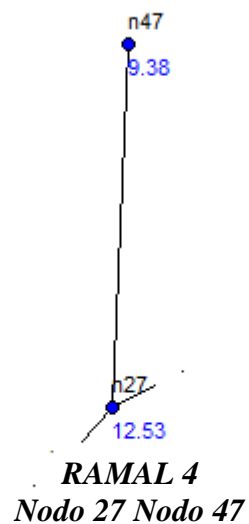
m



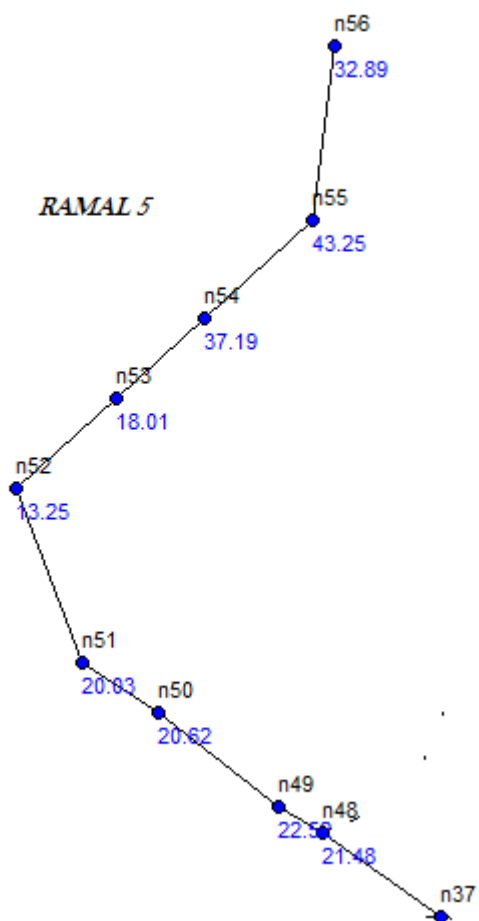


RAMAL 2

RAMAL 2
Nodo 15 a No



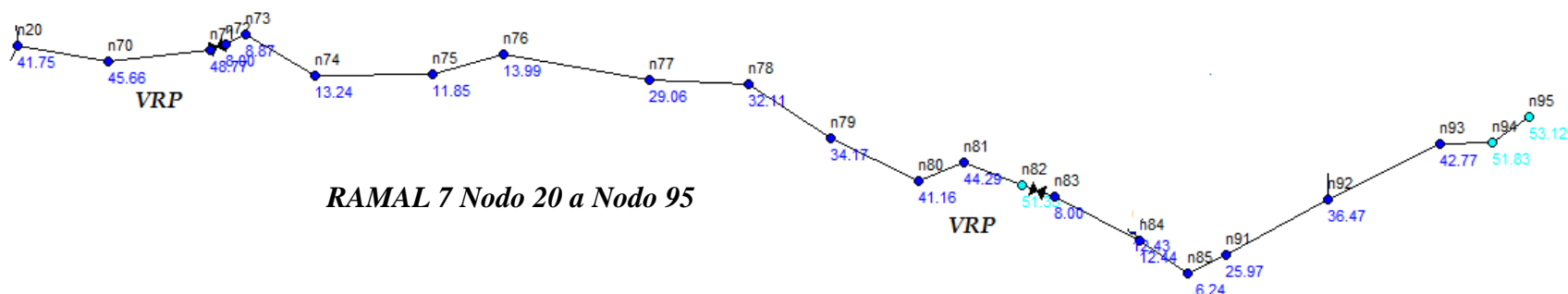
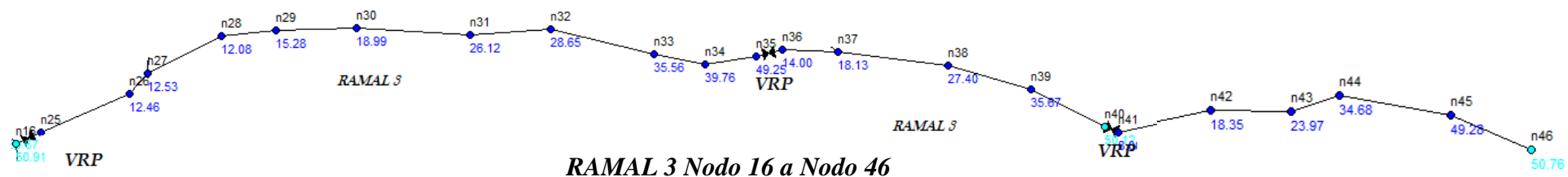
RAMAL 4
Nodo 27 Nodo 47



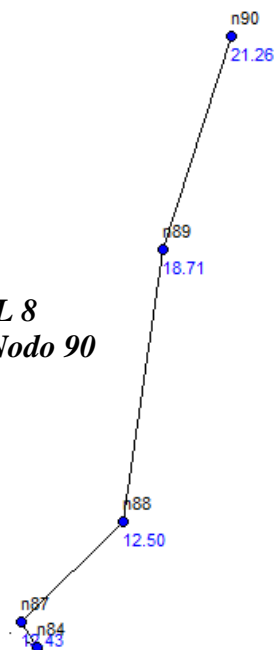
RAMAL 5

RAMAL 5
Nodo 37 Nodo 56

Fuente: Elaboración Propia



RAMAL 8
Nodo 84 a Nodo 90



RAMAL 9
Nodo 85 a Nodo 86



RAMAL 10
Nodo 92 a Nodo 96



Fuente: Elaboración Propia

A-7 ANÁLISIS COMPARATIVO SIMULACIÓN CONSUMO MÁXIMO HORARIO Y SIN CONSUMO (CONEXIONES)

ID Nudo	Cota (m)	Con Consumo		Sin Consumo	
		Demanda Base (LPS)	Presión (m)	Demanda Base (LPS)	Presión (m)
Conexión n2	746.86	0.000	5.56	0.000	5.64
Conexión n3	746.70	0.015	5.57	0.000	5.80
Conexión n4	746.67	0.015	5.47	0.000	5.83
Conexión n5	743.83	0.000	8.11	0.000	8.67
Conexión n6	737.41	0.015	14.28	0.000	15.09
Conexión n7	728.72	0.031	22.79	0.000	23.78
Conexión n8	727.27	0.031	24.19	0.000	25.23
Conexión n9	722.85	0.015	28.51	0.000	29.65
Conexión n10	717.25	0.015	33.97	0.000	35.25
Conexión n11	714.31	0.000	10.00	0.000	10.00
Conexión n12	704.48	0.015	19.70	0.000	19.83
Conexión n13	689.72	0.031	34.28	0.000	34.59
Conexión n14	680.51	0.031	43.33	0.000	43.80
Conexión n15	673.06	0.000	50.67	0.000	51.25
Conexión n16	672.80	0.000	50.91	0.000	51.51
Conexión n17	673.55	0.000	50.14	0.000	50.76
Conexión n18	686.08	0.000	37.58	0.000	38.23
Conexión n19	686.42	0.015	37.23	0.000	37.89
Conexión n21	691.41	0.031	32.21	0.000	32.90
Conexión n22	702.33	0.000	21.29	0.000	21.98
Conexión n23	712.48	0.031	11.14	0.000	11.83
Conexión n24	714.04	0.000	9.58	0.000	10.27
Conexión n25	671.60	0.000	10.00	0.000	10.00
Conexión n26	669.11	0.015	12.46	0.000	12.49
Conexión n27	669.04	0.000	12.53	0.000	12.56

ID Nudo	Cota (m)	Con Consumo		Sin Consumo	
		Demanda Base (LPS)	Presión (m)	Demanda Base (LPS)	Presión (m)
Conexión n28	669.47	0.000	12.08	0.000	12.13
Conexión n29	666.26	0.046	15.28	0.000	15.34
Conexión n30	662.54	0.015	18.99	0.000	19.06
Conexión n31	655.40	0.015	26.12	0.000	26.20
Conexión n32	652.86	0.000	28.65	0.000	28.74
Conexión n33	645.94	0.015	35.56	0.000	35.66
Conexión n34	641.74	0.015	39.76	0.000	39.86
Conexión n35	632.25	0.000	49.25	0.000	49.35
Conexión n36	628.63	0.000	14.00	0.000	14.00
Conexión n37	624.50	0.000	18.13	0.000	18.13
Conexión n38	615.23	0.000	27.40	0.000	27.40
Conexión n39	606.96	0.000	35.67	0.000	35.67
Conexión n40	592.51	0.000	50.12	0.000	50.12
Conexión n41	590.75	0.000	8.00	0.000	8.00
Conexión n42	580.40	0.000	18.35	0.000	18.35
Conexión n43	574.78	0.000	23.97	0.000	23.97
Conexión n44	564.07	0.000	34.68	0.000	34.68
Conexión n45	549.47	0.015	49.28	0.000	49.28
Conexión n46	547.99	0.000	50.76	0.000	50.76
Conexión n47	672.19	0.015	9.38	0.000	9.41
Conexión n48	621.14	0.000	21.48	0.000	21.49
Conexión n49	620.10	0.015	22.52	0.000	22.53
Conexión n50	622.00	0.000	20.62	0.000	20.63
Conexión n51	622.59	0.015	20.03	0.000	20.04
Conexión n52	629.37	0.015	13.25	0.000	13.26
Conexión n53	624.61	0.000	18.01	0.000	18.02

ID Nudo	Cota (m)	Con Consumo		Sin Consumo	
		Demanda Base (LPS)	Presión (m)	Demanda Base (LPS)	Presión (m)
Conexión n54	605.43	0.000	37.19	0.000	37.20
Conexión n55	599.37	0.000	43.25	0.000	43.26
Conexión n56	609.73	0.015	32.89	0.000	32.90
Conexión n57	671.60	0.031	10.00	0.000	10.00
Conexión n58	667.46	0.031	14.14	0.000	14.14
Conexión n59	661.36	0.000	20.24	0.000	20.24
Conexión n60	649.49	0.000	32.10	0.000	32.11
Conexión n61	637.27	0.000	44.32	0.000	44.33
Conexión n62	642.07	0.000	39.52	0.000	39.53
Conexión n63	643.37	0.000	38.22	0.000	38.23
Conexión n64	641.97	0.015	39.62	0.000	39.63
Conexión n20	681.87	0.000	41.75	0.000	42.44
Conexión n70	677.95	0.000	45.66	0.000	46.36
Conexión n71	674.83	0.000	48.77	0.000	49.48
Conexión n72	669.96	0.000	8.00	0.000	8.00
Conexión n65	615.04	0.000	27.58	0.000	27.59
Conexión n66	610.77	0.000	31.85	0.000	31.86
Conexión n67	600.20	0.000	42.42	0.000	42.43
Conexión n68	598.38	0.000	44.24	0.000	44.25
Conexión n69	592.64	0.015	49.98	0.000	49.99
Conexión n85	615.98	0.015	16.24	0.000	16.25
Conexión n86	613.27	0.015	18.95	0.000	18.97
Conexión n84	619.78	0.000	12.44	0.000	12.45
Conexión n87	619.79	0.000	12.43	0.000	12.44
Conexión n88	619.72	0.015	12.50	0.000	12.51
Conexión n89	613.51	0.015	18.71	0.000	18.72

ID Nudo	Cota (m)	Con Consumo		Sin Consumo	
		Demanda Base (LPS)	Presión (m)	Demanda Base (LPS)	Presión (m)
Conexión n90	610.96	0.015	21.26	0.000	21.27
Conexión n92	595.75	0.000	36.47	0.000	36.48
Conexión n96	599.25	0.015	32.97	0.000	32.98
Conexión n73	669.09	0.000	8.87	0.000	8.87
Conexión n74	664.71	0.000	13.24	0.000	13.25
Conexión n75	666.08	0.000	11.85	0.000	11.88
Conexión n76	663.94	0.000	13.99	0.000	14.02
Conexión n77	648.86	0.000	29.06	0.000	29.11
Conexión n78	645.79	0.000	32.11	0.000	32.17
Conexión n79	643.73	0.000	32.94	0.000	34.23
Conexión n80	636.72	0.015	39.94	0.000	41.24
Conexión n81	633.59	0.000	43.06	0.000	44.37
Conexión n82	626.53	0.015	50.12	0.000	51.43
Conexión n83	624.23	0.000	8.00	0.000	8.00
Conexión n91	606.25	0.015	25.97	0.000	25.98
Conexión n93	589.45	0.000	42.77	0.000	42.79
Conexión n94	580.38	0.000	51.83	0.000	51.85
Conexión n95	579.09	0.015	53.12	0.000	53.14
Depósito n1	751.50		1		1

Fuente: Elaboración Propia

A-8 TABLA DE RESULTADOS DE SIMULACIÓN HIDRAULICA EN TUBERIAS

ID Línea	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Rugos.	Caudal (lps)	Velocidad (m/s)	Pérd. Unit. (m/km)	Estado
Tubería p1	22.64	50	150	0.75	0.38	3.53	Abierto
Tubería p2	41.12	50	150	0.75	0.38	3.53	Abierto
Tubería p3	40.89	50	150	0.74	0.37	3.40	Abierto
Tubería p4	58.48	50	150	0.72	0.37	3.27	Abierto
Tubería p5	78.91	50	150	0.72	0.37	3.27	Abierto
Tubería p6	55.84	50	150	0.70	0.36	3.14	Abierto
Tubería p7	17.28	50	150	0.67	0.34	2.89	Abierto
Tubería p8	36.76	50	150	0.64	0.33	2.66	Abierto
Tubería p9	55.88	50	150	0.63	0.32	2.54	Abierto
Tubería p10	54.32	50	150	0.61	0.31	2.43	Abierto
Tubería p11	77.44	50	150	0.60	0.30	2.32	Abierto
Tubería p12	73.68	50	150	0.57	0.29	2.10	Abierto
Tubería p13	61.28	50	150	0.54	0.27	1.89	Abierto
Tubería p14	9.27	50	150	0.46	0.23	1.42	Abierto
Tubería p15	66.03	50	150	0.23	0.12	0.39	Abierto
Tubería p16	72.45	50	150	0.23	0.12	0.40	Abierto
Tubería p17	36.73	50	150	0.23	0.12	0.40	Abierto
Tubería p18	67.62	50	150	0.21	0.11	0.35	Abierto
Tubería p19	64.94	50	150	0.06	0.03	0.03	Abierto
Tubería p20	35.77	38	150	0.03	0.03	0.04	Abierto
Tubería p21	53.19	38	150	0.03	0.03	0.04	Abierto
Tubería p22	37.61	38	150	0.00	0.00	0.00	Abierto
Tubería p23	66.46	50	150	0.23	0.12	0.39	Abierto
Tubería p24	18.27	50	150	0.21	0.11	0.35	Abierto
Tubería p25	56.84	50	150	0.20	0.10	0.30	Abierto

ID Línea	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Rugos.	Caudal (lps)	Velocidad (m/s)	Pérd. Unit. (m/km)	Estado
Tubería p26	37.55	50	150	0.20	0.10	0.30	Abierto
Tubería p27	55.50	50	150	0.15	0.08	0.19	Abierto
Tubería p28	77.69	50	150	0.14	0.07	0.15	Abierto
Tubería p29	55.24	50	150	0.12	0.06	0.12	Abierto
Tubería p30	71.99	50	150	0.12	0.06	0.12	Abierto
Tubería p31	36.18	50	150	0.11	0.05	0.10	Abierto
Tubería p32	34.72	50	150	0.09	0.05	0.07	Abierto
Tubería p33	38.27	50	150	0.09	0.05	0.07	Abierto
Tubería p34	75.76	50	150	0.02	0.01	0.00	Abierto
Tubería p35	58.67	38	150	0.02	0.01	0.01	Abierto
Tubería p36	56.51	38	150	0.02	0.01	0.01	Abierto
Tubería p37	52.65	38	150	0.02	0.01	0.01	Abierto
Tubería p38	51.02	38	150	0.02	0.01	0.01	Abierto
Tubería p39	32.02	38	150	0.02	0.01	0.01	Abierto
Tubería p40	71.46	38	150	0.02	0.01	0.01	Abierto
Tubería p41	54.66	38	150	0.00	0.00	0.00	Abierto
Tubería p42	70.54	38	150	0.02	0.01	0.01	Abierto
Tubería p43	56.75	50	150	0.08	0.04	0.05	Abierto
Tubería p44	19.65	38	150	0.06	0.05	0.13	Abierto
Tubería p45	59.16	50	150	0.05	0.02	0.02	Abierto
Tubería p46	35.85	50	150	0.05	0.02	0.02	Abierto
Tubería p47	72.79	50	150	0.03	0.02	0.01	Abierto
Tubería p48	53.63	50	150	0.02	0.01	0.00	Abierto
Tubería p49	46.89	50	150	0.02	0.01	0.00	Abierto
Tubería p50	56.12	50	150	0.02	0.01	0.00	Abierto
Tubería p51	69.39	50	150	0.02	0.01	0.00	Abierto
Tubería p52	54.73	38	150	0.05	0.04	0.08	Abierto

ID Línea	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Rugos.	Caudal (lps)	Velocidad (m/s)	Pérd. Unit. (m/km)	Estado
Tubería p53	54.79	38	150	0.02	0.01	0.01	Abierto
Tubería p54	51.63	38	150	0.02	0.01	0.01	Abierto
Tubería p55	30.25	38	150	0.02	0.01	0.01	Abierto
Tubería p56	56.27	38	150	0.02	0.01	0.01	Abierto
Tubería p57	36.72	38	150	0.02	0.01	0.01	Abierto
Tubería p58	91.58	38	150	0.02	0.01	0.01	Abierto
Tubería p59	38.23	38	150	0.02	0.01	0.01	Abierto
Tubería p60	32.56	38	150	0.02	0.01	0.01	Abierto
Tubería p61	34.47	38	150	0.02	0.01	0.01	Abierto
Tubería p62	16.76	38	150	0.02	0.01	0.01	Abierto
Tubería p63	55.87	38	150	0.02	0.01	0.01	Abierto
Tubería p64	50.37	50	150	0.15	0.08	0.19	Abierto
Tubería p65	56.91	50	150	0.15	0.08	0.19	Abierto
Tubería p66	11.60	50	150	0.15	0.08	0.19	Abierto
Tubería p67	44.59	50	150	0.15	0.08	0.19	Abierto
Tubería p68	64.55	50	150	0.15	0.08	0.19	Abierto
Tubería p69	40.70	50	150	0.15	0.08	0.19	Abierto
Tubería p70	80.99	50	150	0.15	0.08	0.19	Abierto
Tubería p71	55.41	50	150	0.15	0.08	0.19	Abierto
Tubería p72	53.86	50	150	0.15	0.08	0.19	Abierto
Tubería p73	53.85	50	150	0.15	0.08	0.19	Abierto
Tubería p74	26.39	50	150	0.14	0.07	0.15	Abierto
Tubería p75	33.99	50	150	0.14	0.07	0.15	Abierto
Tubería p76	52.79	50	150	0.12	0.06	0.12	Abierto
Tubería p77	31.72	38	150	0.08	0.07	0.20	Abierto
Tubería p78	76.38	38	150	0.02	0.01	0.01	Abierto
Tubería p79	7.22	38	150	0.05	0.04	0.08	Abierto

ID Línea	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Rugos.	Caudal (lps)	Velocidad (m/s)	Pérd. Unit. (m/km)	Estado
Tubería p80	34.93	38	150	0.05	0.04	0.07	Abierto
Tubería p82	67.59	38	150	0.03	0.03	0.04	Abierto
Tubería p83	54.71	38	150	0.02	0.01	0.01	Abierto
Tubería p84	23.51	38	150	0.05	0.04	0.08	Abierto
Tubería p85	63.79	38	150	0.03	0.03	0.04	Abierto
Tubería p87	69.60	38	150	0.02	0.01	0.01	Abierto
Tubería p88	28.96	38	150	0.02	0.01	0.01	Abierto
Tubería p89	26.50	38	150	0.02	0.01	0.01	Abierto
Tubería p90	62.23	38	150	0.02	0.01	0.01	Abierto
Válvula 6		50		0.61	0.31	26.91	Activo
Válvula 3		50		0.15	0.08	45.64	Activo
Válvula 10		50		0.12	0.06	45.64	Activo
Válvula 7		38		0.08	0.07	42.13	Activo
Válvula 11		50		0.23	0.12	42.11	Activo
Válvula 12		50		0.09	0.05	38.87	Activo
Válvula 13		38		0.02	0.01	43.88	Activo

Fuente: Elaboración Propia

A-9 PRESUPUESTO DE OBRAS

ETAPA	SUB ETAPA	ACTIVIDAD	U/M	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
310		PRELIMINARES				C\$ 47,411.90
	1.00	Rotulo del Proyecto de 1,20x2,44, estructura metálica y zinc liso cal 26 con base de concreto.	c/u	1.00	C\$ 6,275.00	C\$ 6,275.00
	2.00	Trazo y Nivelacion con topografia	MI	5,155.00	C\$ 7.98	C\$ 41,136.90
	340	CAPTACION NUEVA DIQUE - TOMA				C\$ 162,224.02
		Construcción de Dique – Toma con dimensiones: Largo interno: 6m+aletones Altura Total: 1.6m (Ver Planos Constructivos)		1.00		C\$ 114,443.22
	01	Concreto Ciclopeo 2500 psi proporcion 60% mortero y 40% Piedra bolon, repellido y arenillado interno y externo de la corona hasta el nivel de piso 0.80 cm	m³	13.87	C\$ 5,241.67	C\$ 72,702.00
	02	Válvula Compuerta HF de cuadrante Ø 3" , con su Flange roscable y kit para instalar flange y bloque de reaccion	c.u.	1	C\$ 12,078.00	C\$ 12,078.00
	03	Tubo HG Ø 3" Limpieza pintado con anticorrosivo Rojo con sus accesorios de limpieza	m	5	C\$ 1,590.00	C\$ 7,950.00
	04	suministro e instalacion de prefiltro aguas arriba de la captacion espesor 60 cm, grava de 0.15 a 50 mm	m3	9.28	C\$ 600.00	C\$ 5,569.92
	05	Cascote de concreto 2000 psi, espesor 0.05 m	m2	15.47	C\$ 254.49	C\$ 3,937.50
	06	Empedrado de concreto ciclópeo de 2500 PSI, Esp = 0.20 m	m3	2.40	C\$ 3,793.75	C\$ 9,105.00
	07	Excavacion manual en terreno natural	m3	17	C\$ 182.40	C\$ 3,100.80
		Caja de Acopio	Global	1.00		C\$ 29,795.10
	08	Concreto Reforzado 3000 PSI	M3	0.36	C\$ 18,437.50	C\$ 6,637.50
	09	Mamposteria de bloque 6" * 8" * 16"	M2	1.97	C\$ 884.01	C\$ 1,741.50
	10	Repello Corriente Interno y Externo	M2	5.72	C\$ 179.59	C\$ 1,027.25

ETAPA	SUB ETAPA	ACTIVIDAD	U/M	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
	11	suministro e instalacion de Rejilla de acero 0.10m * 0.8 m	c.u.	1	C\$ 972.00	C\$ 972.00
	12	Repello fino y arenillado	M2	7.57	C\$ 134.97	C\$ 1,021.75
	13	Tubo HOGO DE 2" pintado con anticorrosivo y accesorios para la salida y limpieza y sampiado de piedra bolon	M	12.00	C\$ 667.13	C\$ 8,005.50
	14	Válvula Compuerta HF de cuadrante Ø 2" , con su Flange roscable y kit para instalar flange y bloque de reaccion.	c.u.	1.00	C\$ 10,389.60	C\$ 10,389.60
		Cerca perimetral del area de la fuente.	ml	74.00		C\$ 17,985.70
	15	Cerca perimetral con alambre púa galvanizado nº 13 (7 Hilos), incluye postes de madera aserrada, puerta de alambre de púas , cadena y candado.	m	74	C\$ 243.05	C\$ 17,985.70
	010	FILTRO GRUESO DINAMICO (FGDi)				C\$ 163,273.84
	010	PRELIMINARES				C\$ 670.57
	01	Trazo y Nivelación	m2	35.84	C\$ 18.71	C\$ 670.57
	020	MOVIMIENTO DE TIERRAS				C\$ 11,424.91
	01	Descapote con retiro	m³	10.75	C\$ 89.47	C\$ 961.98
	02	Excavacion manual en terreno natural	m³	3.84	C\$ 31.25	C\$ 120.00
	03	Relleno y Compactación manual con mat. Selecto	m³	4.22	C\$ 123.96	C\$ 523.61
	04	Mejoramiento de suelo con concreto cilopeo	m³	4.22	C\$ 2,324.65	C\$ 9,819.32
	030	FUNDACIONES				C\$ 12,213.90
		Movimiento de tierra				
	01	Excavaciones Especiales	m³	1.06	C\$ 31.25	C\$ 33.19
	02	Botar (manual) Tierra Sobrante de Excavación a 0.50 km	m3	1.06	C\$ 190.70	C\$ 202.52
	03	Alistar,armar y colocar	lbs	218.30	C\$ 24.76	C\$ 5,405.07
		Formaletas				
	01	Colocar formaletas en fundaciones	m²	12.24	C\$ 256.19	C\$ 3,135.77
		Concreto Estructural				

ETAPA	SUB ETAPA	ACTIVIDAD	U/M	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
	01	Hacer y fundir concreto de 3000 psi	m³	1.09	C\$ 3,142.41	C\$ 3,437.36
	040	ESTRUCTURA DE CONCRETO PARA PAREDES DE FILTROS				C\$ 31,808.40
		Acero de Refuerzo				
	01	Alistar,armar y colocar	lbs	404.19	C\$ 24.76	C\$ 10,007.79
		Formaletas				
	01	Colocar formaletas para columnas	m2	39.27	C\$ 287.36	C\$ 11,284.63
		Concreto Estructural				
	01	hacer y fundir concreto de 3000 psi	m2	3.35	C\$ 3,142.41	C\$ 10,515.98
	050	CAMARA DE ENTRADA Y, REBOSE DE CONCRETO REFORZADO EN VOLADIZO				C\$ 16,091.94
		Acero de Refuerzo				
	01	Alistar,armar y colocar	lbs	230.37	C\$ 24.76	C\$ 5,703.90
		Formaletas			C\$ 0.00	
	01	Colocar formaletas para columnas	m2	18.50	C\$ 287.36	C\$ 5,316.16
		Concreto Estructural			C\$ 0.00	
	01	hacer y fundir concreto de 3000 psi	m3	1.61	C\$ 3,142.41	C\$ 5,071.88
	050	CAMARA DE SALIDA				C\$ 12,942.08
		Acero de Refuerzo				
	01	Alistar,armar y colocar	lbs	192.02	C\$ 24.76	C\$ 4,754.47
		Formaletas				
	01	Colocar formaletas para columnas	m2	12.58	C\$ 287.36	C\$ 3,614.99
		Concreto Estructural				
	01	hacer y fundir concreto de 3000 psi	m3	1.46	C\$ 3,142.41	C\$ 4,572.62
	060	ACABADOS				C\$ 5,635.60
		Repello Corriente				
	01	Repello Arenillado	m²	42.74	C\$ 51.28	C\$ 2,191.84
	01	Repello y Fino Corriente	m²	42.74	C\$ 80.57	C\$ 3,443.76

ETAPA	SUB ETAPA	ACTIVIDAD	U/M	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
	140	CONEXIONES DE ENTRADA Y SALIDA				C\$ 20,312.68
		Tuberías y Accesorios para Agua Potable				
		<u>Entrada</u>				
	01	Tubería de entrada a FGDí 3" HG	m	4.64	C\$ 543.95	C\$ 2,523.91
	02	Codo 3" X 90°HG	c/u	4.00	C\$ 265.06	C\$ 1,060.25
	03	Codo 2" X 45°HG	m	4.00	C\$ 265.59	C\$ 1,062.34
	04	Valvula o Llave de Pase Bronce Diám.=3" (entrada a FGDí)	c/u	1.00	C\$ 2,193.67	C\$ 2,193.67
		<u>En el Filtro</u>				
	01	Instalacion de Tuberia de Drenaje Principia PVC SDR-26 de 2."	m	6.00	C\$ 40.25	C\$ 241.50
	02	Instalacion de Tuberia de Drenaje Lateral PVC SDR-26 de 1."	m	6.00	C\$ 15.00	C\$ 90.00
	03	T Sanitaria Lisa de 2" PVC	c/u	8.00	C\$ 12.00	C\$ 96.00
	04	Reductor Liso de PVC 2"x1" (S40)	c/u	8.00	C\$ 18.00	C\$ 144.00
		<u>Salida de Filtro</u>		0.00		
	01	Tubería de PVC de agua sobrenadante de 2" PVC SDR-26	ml	3.10	C\$ 40.25	C\$ 124.78
	02	Niple de 3" PVC SDR-41	ml	0.70	C\$ 58.33	C\$ 40.83
	03	T 2" x 2" Sanitaria	c/u	2.00	C\$ 12.00	C\$ 24.00
	04	Codos de 2" PVC x 90° S40 Sanitario	c/u	7.00	C\$ 9.60	C\$ 67.20
	05	Codos de 2" PVC x 45° S40 Sanitario	c/u	2.00	C\$ 8.00	C\$ 16.00
	06	Yee de 2" x 2" Sanitaria	c/u	1.00	C\$ 24.00	C\$ 24.00
	07	Adaptadores macho 2" para Valvula de 2"	c/u	8.00	C\$ 15.00	C\$ 120.00
	08	Reductor de 3" x 2" PVC Sanitario	c/u	1.00	C\$ 55.00	C\$ 55.00
	09	Valvula o Llave de Pase Bronce Diám.=2" (entrada a FGDí)	c/u	4.00	C\$ 1,870.42	C\$ 7,481.67
	10	Valvula o Llave de Pase Bronce Diám.=3" (salida de	c/u	1.00	C\$ 2,193.67	C\$ 2,193.67

ETAPA	SUB ETAPA	ACTIVIDAD	U/M	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
		FGDi-entrada al FGAC)				
	11	Caja de Protección de válvula de ladrillo cuarterón de 2"x6"x12" de 0.50m x 0.50m, Prof:0.60 m. con su tapa de concreto y candado	c/u	1.00	C\$ 1,040.93	C\$ 1,040.93
		<u>Drenaje a Canal</u>				
	01	Caja de Registro de ladrillo cuarterón de 2"x6"x12" de 0.50m x 0.50m, Prof:0.60 m. con su tapa de concreto y candado	c/u	1.00	C\$ 1,040.93	C\$ 1,040.93
	02	Tubería de Limpieza 3" PVC SDR-26 al Canal de Media Caña D=0.40	ml	8.00	C\$ 84.00	C\$ 672.00
	150	OBRAS SANITARIAS				C\$ 4,689.34
	01	Andén de Concreto de 2500 PSI sin REF.,Espesor=0.075m	m2	17.86	C\$ 262.56	C\$ 4,689.34
	150	OBRAS EXTERIORES				C\$ 25,411.16
		Canal de Drenaje pluvial de media caña de concreto Diám.=15" (INCL.EXCAVACION) con Acabados	ML	20.86	C\$ 419.66	C\$ 8,754.10
		Excavación Manual en Terreno Natural Material Mixto (Arcilla, Limos y Bolones)	m³	74.45	C\$ 223.73	C\$ 16,657.06
		PILAS PARA ALMACENAMIENTO Y LAVADO DE ARENA	c/u	2.00	C\$ 2,500.00	C\$ 17,213.26
		Acero de Refuerzo				
	01	Alistar,armar y colocar	lbs	332.07	C\$ 24.76	C\$ 8,222.12
		Formaletas				
	01	Colocar formaletas para columnas y losa de fondo	m²	19.80	C\$ 287.36	C\$ 5,689.73
		Concreto Estructural				
	01	Hacer y fundir concreto de 3000 psi a Mano	m3	1.05	C\$ 3,142.41	C\$ 3,301.42
	191	FILTRO SANITARIO				C\$ 3,744.00
	01	Acopio, Traslado y Colocación de Material Filtrante -	m3	0.58	C\$ 1,300.00	C\$ 748.80

ETAPA	SUB ETAPA	ACTIVIDAD	U/M	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
		Lecho de Soporte, piedra canto rodado de 2.54cm, Espesor = 0.15m				
	02	Acopio, Traslado y Colocación de Material Filtrante - Capa inferior, Grava canto rodado de 2 cm, Espesor = 0.20m	m3	0.77	C\$ 1,300.00	C\$ 998.40
	03	Acopio, Traslado y Colocación de material filtrante - Capa intermedia, Grava Canto Rodado de 1.3 cm, Espesor = 0.20m	m3	0.77	C\$ 1,300.00	C\$ 998.40
	04	Acopio, Traslado y Colocación de material filtrante - Capa superior, Grava Canto Rodado de 0.6 cm, Espesor = 0.20m	m3	0.77	C\$ 1,300.00	C\$ 998.40
	200	PINTURA				C\$ 1,116.00
	01	Pintura anticorrosiva para concreto	m²	9.60	C\$ 80.00	C\$ 768.00
	02	Pintura anticorrosiva para HG	ml	4.64	C\$ 75.00	C\$ 348.00
	11	EQUIPO DE CLORINACIÓN	ml	10.00	C\$ 75.00	C\$ 51,543.80
	92679	Clorador (Dosificador de Cloro) para agua potable	C/U	1	C\$ 48,066.90	C\$ 48,066.90
	93149	Caja de Registro de ladrillo cuarteron 2"X6X12" de 0.60 m, H=0.80	C/U	1	C\$ 3,476.90	C\$ 3,476.90
	012	TANQUE DE ALMACENAMIENTO				C\$ 208,854.49
		PRELIMINARES				C\$ 775.72
		Trazo y Nivelación (incluye equipo de Topografía)	m2	41.46	C\$ 18.71	C\$ 775.72
		MOVIMIENTO DE TIERRAS				C\$ 6,946.53
		Descapote con retiro	m³	12.43	C\$ 89.47	C\$ 1,112.11
		Excavacion manual en terreno natural	m3	6.10	C\$ 31.25	C\$ 190.63
		Relleno y Compactación manual con mat. Selecto	m³	6.71	C\$ 123.96	C\$ 831.77
		Mejoramiento de suelo con concreto cilopeo	m³	2.07	C\$ 2,324.65	C\$ 4,812.03
		FUNDACIONES				C\$ 4,476.99
		Movimiento de tierra				

ETAPA	SUB ETAPA	ACTIVIDAD	U/M	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
		Excavaciones Especiales	m3	0.30	C\$ 31.25	C\$ 9.38
		Botar (manual) Tierra Sobrante de Excavacion a 0.50 km	m3	0.30	C\$ 190.70	C\$ 57.21
		Hierro de Refuerzo				
		Alistar, Armar y Colocar	lbs	92.36	C\$ 24.76	C\$ 2,286.83
		Formaletas				
		Colocar Formalestas eb Fundaciones	m2	3.26	C\$ 256.19	C\$ 835.18
		Concreto Estructural				
		Hacer y fundir concreto de 3000 psi a Mano	m3	0.41	C\$ 3,142.41	C\$ 1,288.39
		ESTRUCTURA DE CONCRETO PARA TANQUE				C\$ 53,795.27
		Hierro de Refuerzo				
		Alistar,armar y colocar	lbs	712.74	C\$ 24.76	C\$ 17,647.44
		Formaletas				
		Formaletas para vigas y columnas	m2	38.27	C\$ 287.36	C\$ 10,997.27
		Concreto Estructural				
		Hacer y fundir concreto ciclopeo: 70% concreto 3000 psi + 30 % piedra bolon (del sitio) mayor a 2", hecura a mano	m3	6.39	C\$ 3,142.41	C\$ 20,080.00
		ACABADOS				C\$ 3,545.96
		Repello Corriente				
		Repello Arenillado	m²	68.57	C\$ 51.28	C\$ 3,516.40
		Fino Corriente	m²	0.37	C\$ 80.57	C\$ 29.56
		OBRAS SANITARIAS				C\$ 29,673.01
		Tuberías y Accesorios para Agua Potable				
		Entrada				
		Codo de 2" x 90° HG	c/u	4.00	C\$ 265.06	C\$ 1,060.25
		En la Salida				
		Valvula o llave de pase de Bronce Diám.=2" (valvula de limpieza o lavado de tanque)	m	1.00	C\$ 1,870.42	C\$ 1,870.42

ETAPA	SUB ETAPA	ACTIVIDAD	U/M	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
		Valvula o Llave de pase de Bronce Diám.=2" (ubicada en la salida del tanque hacia red)	c/u	1.00	C\$ 1,870.42	C\$ 1,870.42
		Caudalímetro tipo Woltman Ø 2",	c/u	1.00	C\$ 9,028.23	C\$ 9,028.23
		Accesorios para instalación de caudalímetro (flange roscable, kit de empaques y tuercas)	glb	1.00	C\$ 1,304.16	C\$ 1,304.16
		Caja protectora, de concreto.	c/u	1.00	C\$ 4,200.00	C\$ 4,200.00
		Tubería de salida de 2" HG a red de distribucion	m	6.00	C\$ 543.95	C\$ 3,263.67
		Tubería de limpieza de 2" HG	m	6.00	C\$ 543.95	C\$ 3,263.67
		Codo de 2" x 45° HG	c/u	4.00	C\$ 265.06	C\$ 1,060.25
		Codo de 2" x 90° HG	c/u	4.00	C\$ 265.59	C\$ 1,062.34
		<u>Drenaje a Canal</u>				
		Tubería de exceso 3" PVC SDR-26 al Canal de Media Caña D=0.40	m	12.00	C\$ 84.00	C\$ 1,008.00
		Codo de 2" x 90° PVC	c/u	1.00	C\$ 9.60	C\$ 9.60
		Tubería de Limpieza 3" PVC SDR-26 al Canal de Media Caña D=0.40	m	8.00	C\$ 84.00	C\$ 672.00
		OBRAS SANITARIAS				C\$ 6,209.56
		Anden de Concreto de 2500 PSI sin REF.,Espesor=0.075m	m2	10.25	C\$ 293.62	C\$ 3,009.56
		Tapa metalica de 70x 70cm lamina de 1/4"	c/u	1.00	C\$ 3,200.00	C\$ 3,200.00
		OBRAS EXTERIORES				C\$ 100,179.46
		Canal de Drenaje pluvial de media caña de concreto Diám.=15" (INCL.EXCAVACION) con Acabados	ML	14.00	C\$ 419.66	C\$ 5,875.24
		Excavación Manual en Terreno Natural Material Mixto (Arcilla, Limos y Bolones)	m3	421.50	C\$ 223.73	C\$ 94,304.22
		PINTURA				C\$ 3,252.00
		Pintura anticorrosiva para concreto	m²	29.40	C\$ 80.00	C\$ 2,352.00
		Pintura anticorrosiva para HG	ml	12.00	C\$ 75.00	C\$ 900.00

ETAPA	SUB ETAPA	ACTIVIDAD	U/M	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
330		LINEA DE CONDUCCION	ML	650.00	C\$ 189.57	C\$ 123,219.70
	1.00	Linea de conduccion				C\$ 102,103.19
	1.10	Excavacion para tuberia en Suelo Natural	m3	351.72	C\$ 80.00	C\$ 28,137.60
	1.20	Relleno y compactacion de zanja suelo natural	m3	349.86	C\$ 50.00	C\$ 17,493.00
	1.30	Suministro e instalacion de Tubería pvc 2" SDR-26 J/R, Accesorios y Bloques de Reaccion.	ml	650.00	C\$ 64.32	C\$ 41,810.09
	1.40	Desinfeccion de la Tuberia	ml	650.00	C\$ 1.79	C\$ 1,162.50
	1.50	Colchón de amortiguamiento de material selecto	m³	18.00	C\$ 750.00	C\$ 13,500.00
	3.00	VALVULAS DE AIRE	C/U	1.00		C\$ 3,312.50
	3.10	Valvula Ventosa Cinetica 3/4" p. PN 10, con su adaptador hembra	c.u	1.00	C\$ 800.69	C\$ 800.69
	3.50	Tee PVC 2 * 2 * 2, con su reductor de 2" * 3/4"	C/U	1.00	C\$ 75.12	C\$ 75.12
	3.60	Tubos pvc 3/4" SDR- 26	m	1.50	C\$ 21.26	C\$ 31.89
	3.70	Llave bola PVC 3/4"	c.u	1.00	C\$ 49.60	C\$ 49.60
	3.50	Caja de protección de válvulas de aire, tubo pvc 8" sdr 32.5 con su tapon pvc sch 40 hembra liso 8"	c.u	1.00	C\$ 2,355.20	C\$ 2,355.20
	4.00	VALVULAS DE LIMPIEZA	C/U	1.00		C\$ 3,519.78
	4.10	Valvula de compuerta Br. Ø 1 1/2 " (con sus adaptadores machos 1 1/2")	c.u	1.00	C\$ 899.09	C\$ 899.09
	4.20	Tee PVC 2 * 2 * 2, con su reductor de 2" * 1 1/2"	c.u.	1.00	C\$ 72.53	C\$ 72.53
	4.30	Adaptador PVC MACHO SCH 40 1 1/2", con su tapon hembra C/R 1 1/2" PVC	c.u	1.00	C\$ 56.11	C\$ 56.11
	4.40	Tubos pvc 1 1/2" SDR - 26	m	3.00	C\$ 45.61	C\$ 136.84
	4.50	Caja de protección de válvulas de aire, tubo pvc 8" sdr 32.5 con su tapon pvc sch 40 hembra liso 8"	c.u	1.00	C\$ 2,355.20	C\$ 2,355.20
	7.00	CRUCES DE QUEBRADAS	C/U	5.00	C\$ 0.00	C\$ 8,284.24
	7.10	2 Cruce de tuberia 2" PVC enterrado revestido con viga de concreto reforzado de 0.25 * 0.20 de alto (incluir	ml	13.00	C\$ 637.25	C\$ 8,284.24

ETAPA	SUB ETAPA	ACTIVIDAD	U/M	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
		solamente concreto reforzado)				
	7.00	PRUEBAS HIDROSTATICAS	C/U	8.00	C\$ 0.00	C\$ 6,000.00
	7.20	Pruebas hidrostáticas c/500 m de 2" a 1 1/2"	c.u	2.00	C\$ 3,000.00	C\$ 6,000.00
330		RED DE DISTRIBUCION	ML	4,505.00	C\$ 197.56	C\$ 890,025.85
	1.00	Red de distribución				C\$ 625,005.57
	1.10	Excavacion para tubería en Suelo Natural	m3	2,434.00	C\$ 80.00	C\$ 194,720.00
	1.20	Relleno y compactacion de zanja suelo natural	m3	2,425.00	C\$ 50.00	C\$ 121,250.00
	1.30	Suministro e instalacion de Tubería pvc 2" SDR-26 J/R, Accesorios y Bloques de Reaccion.	ml	2,295.00	C\$ 62.98	C\$ 144,534.22
	1.40	Suministro e instalacion de Tubería pvc 1 1/2" SDR-26 J/C, Accesorios y Bloques de Reaccion	ml	1,540.00	C\$ 37.15	C\$ 57,211.58
	1.50	Suministro e instalacion de Tubería pvc 1 " SDR-26 J/C, Accesorios	ml	670.00	C\$ 18.42	C\$ 12,344.58
	1.60	Desinfeccion de la Tubería	ml	4,505.00	C\$ 1.72	C\$ 7,750.00
	1.60	Colchón de amortiguamiento de material selecto	m³	60.00	C\$ 750.00	C\$ 45,000.00
	2.00	Valvulas de Sectorizacion		6.00		
	2.10	Válvula Compuerta HF C/Cuadrante / Brida Ø 2" con su Flange y kit para instalar flange (sectorizacion)	c.u.	4.00	C\$ 6,676.85	C\$ 26,707.41
	2.20	Válvula Compuerta Bronce 1 1/2" con sus adaptadores machos (sectorizacion)	c.u.	2.00	C\$ 899.09	C\$ 1,798.19
	3.50	Caja de protección de válvulas de 1 1/2", con tubo pvc 8" sdr 26 con su tapon pvc liso 8"	c.u	6.00	C\$ 2,281.60	C\$ 13,689.60
	3.00	VALVULAS DE AIRE	C/U	1.00		C\$ 3,216.23
	3.10	Valvula Ventosa Cinetica 3/4" p. PN 10, con su adaptador hembra	c.u	1.00	C\$ 800.69	C\$ 800.69
	3.50	Tee Reducida SCH 40 pvc 1 1/2 * 3/4"	C/U	1.00	C\$ 52.45	C\$ 52.45
	3.60	Tubos pvc 3/4" SDR- 26	m	1.50	C\$ 21.26	C\$ 31.89
	3.70	Llave bola PVC 3/4"	c.u	1.00	C\$ 49.60	C\$ 49.60

ETAPA	SUB ETAPA	ACTIVIDAD	U/M	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
	3.50	Caja de protección de válvulas de aire, tubo pvc 8" sdr 32.5 con su tapon pvc sch 40 hembra liso 8"	c.u	1.00	C\$ 2,281.60	C\$ 2,281.60
	4.00	VALVULAS DE LIMPIEZA	C/U	5.00		C\$ 220,336.14
	4.10	Valvula de compuerta Br. Ø 1 1/2 " (con sus adaptadores machos 1 1/2")	c.u	1.00	C\$ 899.09	C\$ 899.09
	5.10	Valvula de compuerta Br. Ø 1 " (con sus adaptadores machos 1 ")	c.u	4.00	C\$ 511.78	C\$ 2,047.11
	4.20	Tee PVC 2 * 2 * 2, con su reductor de 2" * 1 1/2"	c.u.	1.00	C\$ 72.53	C\$ 72.53
		Tee PVC 1 * 1 * 1,	C.U	1.00	C\$ 17.79	C\$ 17.79
	4.30	Adaptador PVC MACHO SCH 40 1 1/2", con su tapon hembra C/R 1 1/2" PVC	c.u	1.00	C\$ 56.11	C\$ 56.11
		Adaptador PVC MACHO SCH 40 1", con su tapon hembra C/R 1" PVC		4.00	C\$ 36.95	C\$ 147.78
	4.40	Tubos pvc 1 1/2" SDR - 26	m	3.00	C\$ 45.61	C\$ 136.84
		Tubos pvc 1 " SDR - 26		12.00	C\$ 22.81	C\$ 273.67
	4.50	Caja de protección de válvulas de limpieza, tubo pvc 8" sdr 32.5 con su tapon pvc liso 8"	c.u	5.00	C\$ 2,281.60	C\$ 11,408.00
	5.00	VALVULAS REDUCTORA DE PRESION	C/U	7.00		
	5.20	Válvula Reductora de Presion 2" Br, regulada con la presion de salida, con sus accesorios de instalacion , manometro de gliserina de 10 BAR psi instalado en entrada y salida de la tuberia, valvulas de Br de 2" en la entrada, salida y By Pass , tuberia para By Pass 2"y valvula de aire en la salida. Ver en Plano detalles constructivos.	c.u	5.00	C\$ 19,514.50	C\$ 97,572.48
		Válvula Reductora de Presion 1 1/2" Br, regulada con la presion de salida, con sus accesorios de instalacion , manometro de gliserina de 10 BAR psi instalado en	c.u	2.00	C\$ 13,897.24	C\$ 27,794.47

ETAPA	SUB ETAPA	ACTIVIDAD	U/M	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
		entrada y salida de la tubería, válvulas de Br de 1 1/2" en la entrada, salida y By Pass , tubería para By Pass 1 1/2" y válvula de aire en la salida. Ver en Plano detalles constructivos.				
	5.30	Caja de protección de válvula reductora de presión, mampostería reforzada 3000 psi 2.30m x1.40m x 1.2 m Incluye tapa, Repello y arenillado y sistema de protección con candado	c.u	7.00	C\$ 11,415.75	C\$ 79,910.25
	7.00	CRUCES DE QUEBRADAS	C/U	6.00		C\$ 17,467.92
	7.50	1 Cruce de tubería 1" PVC enterrado revestido con viga de concreto reforzado de 0.25 * 0.20 de alto (incluir solamente concreto reforzado)	ml	4.00	C\$ 677.10	C\$ 2,708.40
	8.50	2 Cruce de tubería 1 1/2" PVC enterrado revestido con viga de concreto reforzado de 0.25 * 0.20 de alto (incluir solamente concreto reforzado)	ml	8.00	C\$ 741.03	C\$ 5,928.24
	9.50	3 Cruce de tubería 2" PVC enterrado revestido con viga de concreto reforzado de 0.25 * 0.20 de alto (incluir solamente concreto reforzado)	ml	13.00	C\$ 679.33	C\$ 8,831.28
	7.00	PRUEBAS HIDROSTÁTICAS	C/U	8.00		C\$ 24,000.00
	7.20	Pruebas hidrostáticas c/500 m de 2" a 1 1/2"	c.u	8.00	C\$ 3,000.00	C\$ 24,000.00
350		CONEXIONES DOMICILIARES	C/U	49.00	C\$ 2,001.58	C\$ 98,077.35
	1.10	Accesorio para conectar a red principal (diámetro variable)	c/u	49.00	C\$ 65.26	C\$ 3,197.74
	1.20	Adaptador Macho pvc de 1/2 SCH 40	c/u	49.00	C\$ 4.71	C\$ 230.59
	1.30	Adaptador Hembra pvc de 1/2 SCH 40	c/u	49.00	C\$ 5.04	C\$ 247.16
	1.40	Válvula RACOR / Bronce / Ø 1/2"	c/u	49.00	C\$ 172.46	C\$ 8,450.44
	1.50	Caudalímetro Chorro Múltiple domiciliar - Bronce / Ø 1/2"	c/u	49.00	C\$ 966.13	C\$ 47,340.57
	1.60	Caja Grande para medidor 1/2" - Polipropileno - 3000	c/u	49.00	C\$ 613.83	C\$ 30,077.87

ETAPA	SUB ETAPA	ACTIVIDAD	U/M	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
		PSI.				
	1.70	Codo liso pvc de 1/2 x 90	c/u	98.00	C\$ 5.04	C\$ 494.31
	1.80	Tubo pvc de 1/2" SDR-13.5	m	508.38	C\$ 13.91	C\$ 7,071.57
	1.90	Pegamento pvc (presentación 1/4 de galón)	galon	2.00	C\$ 265.07	C\$ 530.14
	1.10	Llave para caja de medidor	C/U	2.00	C\$ 176.15	C\$ 352.30
	1.11	Teflón de 1/2"	rollo	10.00	C\$ 6.50	C\$ 65.00
		Limpieza Final y Entrega	Global	1.00		C\$ 14,250.00
		Limpieza final	Global	1.00	C\$ 14,250.00	C\$ 14,250.00
		TOTAL, MATERIALES, M/OBRA				C\$ 1758,880.95

Fuente: Elaboración Propia

A-10

ESPECIFICACIONES
TÉCNICAS

I. ESPECIFICACIONES TECNICAS

1. REQUISITOS GENERALES.

El Contratista deberá considerar para la ejecución de la obra, los siguientes requisitos obligatorios:

- 1.- El Contratista programará la obra a ejecutar con la aprobación de la Alcaldía de San José de Bocay.
- 2.- El Contratista planeará la ejecución de sus trabajos en coordinación con la Alcaldía de San José de Bocay, y/o comités de ayuda para la construcción del acueducto.
- 3.- El Contratista obligatoriamente deberá utilizar señales con leyendas aprobadas por el contratante, para prevenir accidentes que puedan causar daños, tanto materiales como humanos. Por las noches, las señales tendrán que ser luminosas y de ser necesario, asignar un vigilante en el sitio.
- 4.- El Contratista será responsable de cualquier daño causado a terceros debido a descuido imputable al mismo, durante estén vigentes la ejecución de la obra y la garantía de vicios.
- 5.- El Contratista deberá suministrar todo el material a utilizar en la obra, el cual al momento de ser ingresado a bodega, deberá ser revisado y aprobado por el contratante, para que éste pueda ser incorporado al proyecto.
- 6.- El Contratista deberá cubrir la tubería y accesorios instalados, previa aceptación del contratante, una vez verificada su correcta instalación y efectuada todas las pruebas de la misma. No se permitirá al Contratista mantener en cada frente más de 100.00 metros de zanja abierta sin tubería instalada.
- 7.- El Contratista será responsable de la conservación de la obra en ejecución, hasta la fecha que se le extiende el Certificado de Recepción definitiva de parte del contratante.
- 8.- El Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias para prevenir daños a las estructuras existentes sobre o bajo tierra, y respetará la propiedad

dentro y en áreas adyacentes a los trabajos. Los cambios de alineamiento o niveles de la tubería, cuando se considere necesario, deberán ser autorizados por el Ingeniero.

9.- El Contratista deberá restaurar a su condición original, la superficie de rodamiento, que haya sido removido durante ejecución de las obras.

10.- El Contratista deberá instalar o colocar las facilidades necesarias, para no bloquear la entrada de personas y vehículos a las viviendas y cualquier institución.

2. ALCANCES DE OBRAS.

Los trabajos de construcción de obras comprenden el suministro de todos los recursos de materiales, herramientas, equipos, mano de obra y administración técnica necesarios para la ejecución de las obras definidas en el Formato de Oferta y que se describen de forma general según lo siguiente:

1. Obras Preliminares
2. Construcción de obra de captación de aguas superficiales, consistente en un dique-toma de concreto ciclópeo, de 6 metros de longitud, con sus aletones laterales. Altura: 1.60 metros.
3. Construcción de 1 filtro grueso dinámico (FGDi), aguas abajo de la obra de captación.
4. Suministro e instalación de 650 metros de línea de conducción, con tubería pvc sdr 26, de 2" de diámetro. Se incluirán los accesorios y bloques de reacción.
5. Suministro e instalación de 4,505.00 metros de red de distribución, de tubería de Polivinilo de Cloruro (PVC) con la siguiente distribución por cédula y diámetros: DN50 (2") SDR 26 (2,295.2 m) y DN38 (1 ½") SDR 26 (1,540.22 m), y DN38 (1") SDR 26 (669.52 m), se incluirán los accesorios y bloques de reacción.

6. Suministro e instalación de 7 válvulas reguladoras de presión (VRP), de acuerdo al siguiente cuadro:

VALVULAS REGULADORAS DE PRESION
(VRP)

No	Estacion	Elevacion	Tramo	Diametro
1	0+385.13	717.38	1	2"
2	0+005	673.07	2	1 1/2"
3	0+002	672.87	3	2"
4	0+530	632.07	3	2"
5	0+777.27	592.51	3	1 1/2"
6	0+107.37	674.83	7	2"
7	0+583.11	626.53	7	2"

7. Suministro e instalación de: 6 válvulas de compuerta con diámetros de 2" y 1 ½", según detalles presentados en planos constructivos, de acuerdo a la siguiente tabla:

VALVULAS DE COMPUERTA

No	Estacion	Elevacion	Tramo	Diametro
1	0+686	672.69	1	2"
2	0+930	682.85	1	2"
3	0+590	624.00	3	2"
4	0+010	638.05	5	1 1/2"
5	0+010	680.88	7	2"
6	0+695	614.00	7	1 1/2"

8. Suministro e instalación de: 5 válvulas de limpieza, con diámetros de 1 ½" y 1", según detalles presentados en planos constructivos, de acuerdo a la siguiente tabla:

VALVULAS DE LIMPIEZA

No	Estacion	Elevacion	Tramo	Diámetro
1	0+711.41	671.93	1	1 1/2"
2	1+049.04	547.99	3	1"
3	0+400.83	599.37	5	1"
4	0+177.88	592.64	6	1"
5	0+898.87	579.09	10	1"

9. Suministro e instalación de 1 válvula de aire, de acuerdo a planos y a la siguiente ubicación:

VALVULA DE AIRE

No	Estación	Elevación	Tramo	Diámetro
1	1+096.15	715.81	1	3/4"

10. Suministro e instalación de una unidad de cloración, con sus accesorios;
11. Construcción de un tanque de almacenamiento de concreto ciclópeo con un volumen útil de 8,000 litros, y válvulas de control de flujo.
12. Cercado de los predios de captación y de tanque de almacenamiento.
13. Instalación de 49 conexiones domiciliarias de ½", todas con micro medición.

3. OBRAS PRELIMINARES.

3.1 Trazo, Replanteo y Nivelación

En caso de necesidad, el Contratista establecerá mojones o BM secundarios de referencia, comúnmente conocidos como TBM, los cuales podrán servir para mediciones de partidas ejecutadas. Estos mojones serán contruidos de hormigón simple en forma de pirámide truncada, con la base menor hacia arriba, de 50 centímetros de altura y bases de 30 x 30 cm la mayor y de 15 x 15 cm la menor, con un clavo de bronce o zinc de 30 cm de largo empotrado en el centro de la base menor que irá hacia arriba, sobresaliendo 10 cm del suelo natural.

El Contratista verificará y utilizará con los datos de las libretas de topografía de diseño que serán facilitadas por la Alcaldía de San José de Bocay, las referencias fundamentales expresadas en función de la posición y elevaciones de bancos de nivel.

El Contratista deberá colocar niveles espaciados convenientemente para el control de los alineamientos horizontales y verticales. Antes de proceder con las siguientes actividades de instalación de tubería, construcciones horizontales y verticales, el Ingeniero examinará y aprobará el replanteamiento topográfico.

En caso de falla de las mediciones, el Contratista deberá corregir tales desviaciones, para obtener la aprobación del Ingeniero. Así mismo, el Contratista deberá mantener en su sitio todas las referencias fundamentales mientras dure la labor de instalación de tubería en el tramo. Una vez construido el sistema, el Contratista entregará al contratante las libretas de topografía en el mismo estado de conservación con que se le fueron entregadas.

3.2 Limpieza y Desbrozo

Este inciso cubre todo lo relacionado con la limpieza inicial, remoción, desalojo y

disposición de los materiales producto de estas actividades, para las cuales, el Contratista deberá suministrar los equipos necesarios y la mano de obra requerida para tal fin. Este rubro no incluye la remoción de la capa vegetal, ya que esta se extraerá de una sola vez junto con la excavación.

3.3 Disposición de los Materiales

Los materiales provenientes de los trabajos de las obras preliminares, serán dispuestos por el Contratista en un sitio aprobado por el Ingeniero, se recomienda que este sitio sea el basurero municipal del Municipio, para ello, se deberá pedir autorización a las entidades correspondientes y presentar al Ingeniero, dicha autorización, de no poder utilizar el sitio recomendado, el Contratista deberá proponer a el Ingeniero uno nuevo para su aprobación.

4. EXCAVACION.

4.1 Trabajo Comprendido

El trabajo comprendido en esta sección, incluye el suministro de mano de obra, equipos y materiales necesarios para la ejecución de la excavación normales y adicionales, ya sea en tierra normal o especial, para la conformación del fondo de zanjas, niveles de cimentación, excavaciones estructurales, y taludes, de acuerdo a lo indicado en los planos, a lo que ordene el Ingeniero y a lo que aquí se especifica.

4.2 Dimensiones de la Excavación

Las excavaciones de cualquier tipo, se efectuarán de acuerdo con la alineación, niveles y dimensiones indicados en planos o por el Ingeniero.

4.3 Para Zanjas

El ancho de la zanja será igual al diámetro nominal de la tubería a instalar más un máximo de 0.45 metros. Los costados de las zanjas deberán ser verticales.

No se reconocerá al Contratista en la forma de pago, la ampliación de las zanjas hechas sin autorización del Ingeniero.

El fondo de la zanja deberá quedar perfectamente nivelado sin protuberancias que afecten a la tubería a instalarse, de manera que el tubo descansa sobre el terreno en toda su longitud y uniformemente, por tanto, el fondo de la zanjas será excavado a mano, usando un azadón de forma curva de tal manera que se obtenga un apoyo firme, uniforme y continuo para el cuadrante inferior del tubo. Se deberán dejar depresiones excavadas para acomodar las campanas o juntas.

En caso de que en la excavación, se presentaran terrenos de poca consistencia (muy húmedo, suelos orgánicos, etc.) como el sonsocuite, la zanja deberá profundizarse como lo indique el Ingeniero, pero no más de 15 centímetros debajo del fondo previsto y el material excavado, deberá reponerse con material granular que será apisonado en capas que no excedan los 10 centímetros hasta un nivel que corresponda a $\frac{1}{4}$ de diámetro del tubo. Al terminar el apisonamiento del fondo de la zanjas, se procederá a la conformación de las depresiones para las juntas.

La excavación de zanjas no se debe adelantar sustancialmente con respecto a la instalación de tuberías, no debiendo exceder de 100.00 metros o el equivalente a una cuadra en cada frente de trabajo.

En ningún caso se permitirá al Contratista excavar adelante de la instalación de tubería, cuando haya más de 300 metros de superficie de rodamiento que no haya sido restaurada y aceptada por el Ingeniero, en cada frente de trabajo.

Todas las excavaciones deberán ser realizadas en seco, en caso de presencia de agua en las excavaciones, el Contratista deberá proceder de acuerdo al acápite “Baldeo y Remoción de Aguas” de estas mismas especificaciones.

4.4 Para Estructuras de Concreto

El Contratista realizará todos los cortes necesarios que se indiquen en los planos o que el Ingeniero indique, para llevar a cabo la ejecución de las obras de acuerdo a los alineamientos, elevaciones, niveles y secciones que muestren los planos, así como su ubicación.

Si al excavar hasta los niveles indicados en los planos, se encontrasen materiales inestables, estos deberán excavar-se adicionalmente 0.20 metros, los cuales se repondrán con material selecto el que deberá compactarse a una densidad de 95% PROCTOR.

El Contratista podrá utilizar equipos para la excavación siempre y cuando el Ingeniero apruebe dicha metodología, sin embargo, los últimos 10 centímetros de excavación antes de alcanzar el nivel de la rasante, deberán ser excavados siempre a mano, con el fin de no aflojar o remover el fondo de la excavación.

4.6 Disposición Final de los Materiales

El material producto de la excavación para la obtención de un nivel de rasante o cimentación, que a criterio del Ingeniero no es aprovechable para el mejoramiento del fondo mismo, será desalojado y transportado a una distancia cercana que será escogida por el Ingeniero, preferiblemente no mayor de 5 kms., para ser utilizado en el relleno o mejoramiento temporal de caminos de acceso a los bancos de materiales y predios o nivelación y mejoramiento del área de maniobras dentro de los predios.

4.7 Tipos de Excavación

Los tipos de excavación de zanjas, obras de concreto, etc., se clasifican según su profundidad y grado de dureza, del tipo de material que se está excavando.

- Excavación Normal

Se considerará excavación normal a toda aquella, cuya profundidad no sea mayor de 1.20 más el diámetro nominal del tubo a instalar.

- Excavación Adicional

Se considerará excavación adicional a toda aquella, cuya profundidad sea mayor de 1.35 metros, en el caso de la instalación de tuberías o mayor de 0.30 metros, bajo el nivel inferior de desplante, cuando sea otro tipo de obras.

- Por la Dureza del Material - Excavación Común

Se considerará excavación común, siempre que la actividad sea realizada manualmente y el grado de compactación o dureza del material, permita el uso de herramientas comunes para excavar tierras de penetración normal. Las arenas y cenizas no consolidadas, tierras vegetales, limos y arcillas o combinaciones entre ellas serán considerados como tierra normal, ante el hecho de que éstas sean posibles excavarlas con pico y pala, sin requerir obligatoriamente el uso de barra.

- Por la Dureza del Material - Excavación Especial

Se considera excavación especial cuando el material encontrado tenga un grado de compacidad y dureza mayor que el definido para excavación normal. En orden descendente por dificultad de penetración serían:

Excavación en cascajo. Se considerará excavación en cascajo, toda aquella realizada en material de consistencia pedregosa y con dificultad de penetración. Este material es de comportamiento arcilloso y/o compacto y de difícil penetración con pico y requiere el uso adicional de barra para su excavación. Este material combinado con tierra normal podría ser usado como material de relleno de capas de terracería antes de la subrasante, siempre que sea debidamente aprobado por el Ingeniero.

5. INSTALACION DE TUBERIA.

5.1 Suministro e Instalación de Tuberías de PVC

Esta sección comprende el suministro de todos los materiales, herramientas, equipo y mano de obra necesarios para instalar tuberías de PVC de acuerdo con lo aquí especificado e indicado en los planos correspondientes.

Materiales.

El Contratista proveerá todos los materiales y asume plena responsabilidad por los materiales incorporados a la obra, así como las precauciones necesarias en el transporte y descarga de los materiales a fin de prevenir daños a éstos, todo esto con el fin de efectuar los trabajos estipulados bajo este Contrato.

Calidad de Tubos.

Todos los tubos de PVC deberán ser del tipo “Junta Rápida” y tener un extremo espiga y otro de campana los que servirán para unirse uno con el otro rápidamente mediante el simple embone de los mismos. Un anillo integrado de material de goma garantizará la hermeticidad de la unión. Las cédulas a utilizar están indicadas en los planos.

Cortes y Rectificaciones de Tubería.

Los cortes en tubería son una actividad importante de controlar durante la ejecución del trabajo, y dicha situación se puede presentar cuando:

- Fuere necesario instalar tramos de tubería intercalados con tubería existente.
- Cuando es necesario cortar y rectificar tubos que han sufrido algún daño durante el transporte, manejo y acarreo al sitio de la obra.

- Cuando en el desarrollo de la obra pueda requerirse el uso de tubos de una longitud inferior al normal de fabricación, ya sea para la colocación de un accesorio, en un sitio previamente fijado o para efectuar acoples a válvulas, etc.

En tales casos, es preciso cortar la parte dañada o reducir un tubo normal a la longitud requerida y rectificar luego los extremos del corte para proceder a efectuar las uniones.

Biselado de los extremos.

El corte deja una sección o borde vivo, que debe ser preparado para recibir la junta o campana del otro tubo al que se unirá. Este biselado puede hacerse a mano, o con máquinas biseladoras especiales.

El proceso a mano se puede hacer con una escofina, procurando que los movimientos sean lo más horizontales posibles, hasta notar que ya se tiene hecho el bisel, luego, con un papel abrasivo, se eliminarán las rebabas y se le terminará de dar forma al bisel del tubo.

Las ralladuras longitudinales o circunferenciales podrían comprometer la estanqueidad de la junta.

Uniones con cemento solvente especial para tuberías PVC.

Este tipo de juntas para la unión de tuberías plásticas a presión, se emplea especialmente en diámetros pequeños, o por alguna emergencia, y para realizarlas, se procede en la forma siguiente:

- Con un trapo o tela, se limpia bien el extremo del tubo y la junta, cerciorándose que esté completamente seco.

- Se procede a quitar el acabado lustroso del tubo, por medio de un limpiador químico aprobado por el fabricante, el cual deberá ser aplicado con un paño libre de humedad. Un sustituto para la remoción de lustre de las superficies de contacto puede ser el papel abrasivo o una estopa de acero.
- Se deberán limpiar todas las partículas de material abrasivo y/o PVC, antes de aplicar el mortero. Una vez limpias estas piezas, no deberán mojarlas ni ensuciarlas.
- Usando una brocha de pelo de animal o con las manos limpias, úntese el disolvente en la parte exterior de la boca del tubo e interior de la junta.
- Su aplicación será en sentido longitudinal (de izquierda a derecha), procurando que la capa de adhesivo sea más delgada en la embocadura y más espesa en el extremo. No use demasiado cemento dentro de la campana.
- Coloque la espiga del tubo ya cementado en el extremo campana del otro tubo, empujándolo hasta el tope, dándole un poco de movimiento rotativo para eliminar las burbujas de aire.
- Límpiense el sobrante del disolvente. Cuando instale la tubería en el fondo de la zanja no la deja completamente alineada, sino con pequeñas ondulaciones horizontales, para facilitar la dilatación.

5.2 Suministro e Instalación de Tuberías de Ho. Go.

Calidad de los Tubos.

Las tuberías de hierro galvanizado serán de tipo peso Standard y deberán ajustarse a las especificaciones siguientes:

- a) Especificación ASTM A72-45 con galvanización de acuerdo con ASTM A90-39.
- b) La tubería de hierro galvanizado deberá ser suministrada en longitudes de

6.40 m., provista de rosca standard en cada extremo. Un acoplamiento deberá ser suministrado con cada longitud standard. El acoplamiento consistirá en una camisa de hierro galvanizado con rosca standard para roscarse al extremo del tubo.

Cortes y Rectificación de Tubería.

Es fundamental que esta actividad sea realizada por personas especializadas en dichas operaciones.

Los cortes en tuberías son una actividad importante de controlar durante la ejecución del trabajo, y dicha situación se puede presentar cuando:

- Fuere necesario instalar tramos de tubería intercalados con tubería existente.
- Cuando es necesario cortar y rectificar tubos que han sufrido algún daño durante el transporte, manejo y acarreo al sitio de la obra.
- Cuando en el desarrollo de la obra pueda requerirse el uso de tubos de una longitud inferior al normal de fabricación, ya sea para la colocación de un accesorio, en un sitio previamente fijado o para efectuar acoples a válvulas, etc.

En tales casos, es preciso cortar la parte dañada o reducir un tubo normal a la longitud requerida y rectificar luego los extremos del corte para proceder a efectuar las uniones.

Los cortes en tubos de Ho. Go. Serán realizados con una cortadora de disco abrasivo motorizada. Después de cortar el tubo, se deberán limar y pulir los bordes afilados, tratando en todo momento de dejar los bordes de la misma forma original del tubo.

5.3 Baldeo y Remoción de Agua

El término “Baldeo de las aguas” se utiliza para identificar la acción de evacuar las aguas que recibe la excavación, al efectuar una pinchadura o corte en alguna tubería del servicio de agua potable existente.

- No se permitirá en ningún momento, que estas aguas aneguen la zanja, por tanto, se deberá proceder a su inmediata reparación por parte del Contratista. Se debe planear la extracción del agua de la zona del incidente tomando en cuenta las siguientes indicaciones:
- Haciendo más amplio y hondo el fondo de la zanja en el lugar del corte, con el objeto de baldear o utilizar una motobomba achicadora, que pueda extraer el agua e impedir que su nivel llegue al fondo de la tubería recién instalada o que las aguas se extiendan en longitud de zanja. También servirá para realizar la reparación de la tubería dañada con más rapidez.
- Dependiendo del lugar y el nivel del terreno, utilizar válvulas de limpieza (cauces, etc).
- Uso de camisas divididas con válvulas abrazaderas, y colocación de válvulas de limpieza con descarga en la superficie de las calles. En estos casos se puede conectar a este sistema el tubo de succión de una motobomba achicadora, auxiliándose con el párrafo cuarto, para terminar de extraer el agua que no se pueda bombear.

5.4 Esperas para Conexiones Domiciliares

Conforme el avance de la instalación de la tubería en calles, el Contratista deberá ir dejando instaladas las esperas o acoples para la posterior instalación de la conexión domiciliar en los sitios donde el Ingeniero indique y de acuerdo a lo indicado en los planos. Si por cualquier motivo, el Contratista no instala la espera o acople, y se rellena la zanja, correrá por su cuenta, la realización de todos los trabajos necesarios para la conexión de la o las viviendas que se tengan que acoplar después al sistema.

Cada espera consistirá en una silleta de PVC que se inserta en la tubería matriz del sistema.

No se hará pago separado por las esperas de conexiones domiciliarias y el costo deberá incluirse en los precios unitarios para instalación de tubería.

El Contratista deberá restaurar a su condición original bajo su propio costo toda superficie removida por él durante la construcción y acople de las conexiones domiciliarias.

5.5 Pruebas de Tubería

Prueba Hidrostática y de Estanqueidad

Esta consistirá en aplicar una presión de agua de 160 lbs/plg² en tramos no mayores de 300 metros de tubería. Esta presión se deberá obtenerse de forma gradual y no bruscamente, y deberá mantenerse constante como mínimo una (1) hora.

Durante la hora de prueba, deberá identificarse aquellas uniones que presenten cualquier fuga por mínima que sea, ya sea en tubos o accesorios; pasado el tiempo de prueba, deberá medirse la cantidad de agua necesaria para reponer la que fue necesaria bombear para mantener la presión de 150 PSI. Si esta cantidad es mayor a la permisible, se tendrá que revisar todas las uniones y reparar las que sean necesarias y volver a realizar la prueba hidrostática las veces que sea necesario, hasta pasar la prueba.

La cantidad de agua permisible en fugas se podrá estimar con la siguiente fórmula:

$$F = (n D P^{1/2})/3,700$$

Dónde:

F = Volumen de pérdidas permisibles en galones

n = # de juntas en el tramo a prueba
D = Diámetro nominal del tubo en pulgadas
P = Presión de prueba en PSI

Limpieza y Desinfección

Después de aprobada la prueba de presión, la tubería deberá purgarse completamente, debiendo salir el agua por los drenes previamente establecidos, utilizando una velocidad de lavado mínima de 0.75 mps.

A continuación se deberá proceder con la desinfección de la tubería, utilizando el Método de Alimentación Continua. Este método consiste en utilizar Hipoclorito de Calcio granulado diluido en agua inyectarlo mediante una bomba a la tubería.

La dosis con la cual se deberá preparar la solución de Hipoclorito de Calcio será de 38 mg/lit., de tal forma que después de 24 horas de reposo del agua, se debe obtener un cloro libre o residual de 10 mg/lit. Con una concentración de 100 mg/lit., a las 3 horas, se deberá obtener la misma concentración final deseada.

Pasado el tiempo de reposo, toda el agua con cloro contenida en la tubería deberá ser eliminada, inyectando agua normal, para desplazar la que tiene cloro, se deberá mantener este flujo, hasta que el agua que salga por los drenes, sea similar a la que se proporciona al público. El costo de esta actividad deberá ser incluida dentro del costo unitario de la prueba de presión hidrostática.

5.6 Protección de Tubería

Bajo este artículo, el Contratista proveerá todo el material, mano de obra, herramientas y equipos necesarios, para proteger las tuberías de agua potable propuestas o existentes que por algún motivo especial sufran cambios respecto a su ubicación original.

Esta actividad se deberá ejecutar cuando las tuberías se instalen en sitios tales como cauces, cruces de carretera, puentes y/o se instalen superficialmente.

Recubrimiento de Concreto Simple

El revestimiento mínimo deberá ser de 20 centímetros alrededor de la pared exterior del tubo. El concreto a utilizar deberá tener una resistencia mínima a los 28 días del colado de 3,000 lbs/plg².

6. INSTALACION DE VALVULAS Y ACCESORIOS.

Calidad de Válvulas de Compuerta.

Para la red de distribución y línea de conducción, se utilizarán válvulas de compuerta de fundición de hierro, con bridas para su acople a las tuberías. Similar a la BELGICAST BV-05-47 de vástago no levadizo.

Estas válvulas deberán ser diseñadas y fabricadas de acuerdo con las normas Standard de la A.W.W.A., para válvulas de compuerta.

El sentido de apertura será en el sentido contrario a las manecillas del reloj (izquierda).

Cada válvula deberá protegerse mediante una caja de válvula de hierro fundido de dos piezas y deberá suministrarse por cada diámetro de válvulas instaladas; un maneral de tamaño acorde al cuadrante de la válvula para su operación.

El costo de la caja de válvula y maneral de operación deberá ser incluido en el precio unitario de la válvula a instalar.

Válvula de Retención (Check).

Esta será instalada en la salida del equipo de bombeo, tal a como lo indican los planos constructivos. Su operación se caracteriza por permitir un flujo sin limitaciones en un sentido y restringirlo en el sentido opuesto.

Esta deberá ser del tipo bisagra y deberá tener un asiento sobre el cual descansa el disco cuando no haya flujo. El disco estará soportado por un brazo que estará conectado a la parte superior del cuerpo de la válvula por un pasador, el cual permite que esta gire libremente dejando pasar el agua cuando esta aplique presión en el lado de aguas arriba. La inversión del flujo aplicará una presión al lado de aguas abajo del disco, empujando a este contra su asiento para cortar el paso del agua.

La válvula propuesta para estos fines será con extremos bridados, el cuerpo principal de la válvula será de Hierro Fundido, de diámetro según se indica en los planos, con extremos bridados según ANSI B16.1, clase 138.

El disco de cierre será de bronce y el asiento de la válvula será de acero inoxidable y los diafragmas y empaques serán de neopreno reforzado con malla de Nylon. En fin, de acuerdo a los estándares internacionales ISO 9002 en calidad de materiales y control de diseño de la válvula.

Válvula de Alivio.

Esta será instalada en la sarta de bombeo, y serán del tipo BERMAD Modelo 73Q o similar. Esta válvula será del tipo “Y” , de diámetro según lo especificado en los planos, con extremos bridados según ISO/BS/ANSI, con cuerpo y tapa de Hierro Fundido con interiores de acero inoxidable al igual que el piloto, el diafragma será de neopreno reforzado con Nylon. Además deberá cumplir con las siguientes características: Rango de presión: ISO/NP 16/38, Rango de

presiones de operación entre 0.5 y 16/38 kg/cm², Rango de ajuste: Válvula piloto estándar: 0-12 kg/cm².

Sin embargo, la presión de alivio deberá ser calibrada en el campo, entre 0.5 y 1.0 kg/cm² sobre la presión máxima normal del sistema..

Válvula de Flotador.

Deberá ser tipo no modulante operadas por medio del flotador, con cierre hermético a determinado nivel de agua en el tanque para evitar que el agua rebose.

La conexión de la válvula deberá ser por medio de extremos bridados y estar diseñadas para agua fría y presiones de trabajo de 175 PSI. Deberán ser similares a la BERMAD modelo 750 o la SINGER 106 F Tipo 5 con flotador de acero inoxidable.

Válvulas Reguladoras de Presión (VRP)

La válvula reductora de presión es una válvula de control de operación hidráulica accionada por diafragma, que reduce la presión alta aguas arriba a una presión menor y constante aguas abajo, sin que le afecten las fluctuaciones en la demanda o en la presión aguas arriba.

En nuestro país se distribuye la marca **BERMAD**, de Israel. **El modelo sugerido es el 720**, cuyas características son:

- Es impulsada por la presión en la línea – operación independiente.
- Mantenimiento sencillo
- Cámara doble
- Reacción moderada de la válvula

- Diafragma protegido
- Diseño flexible – permite incorporar funciones adicionales.
- Flujo semirrecto – no turbulento
- Asiento elevado, de acero inoxidable – resistencia a los daños por cavitación.
- Cavidad libre de obstáculos
- Tapón regulador V-port – estabilidad con bajos caudales.

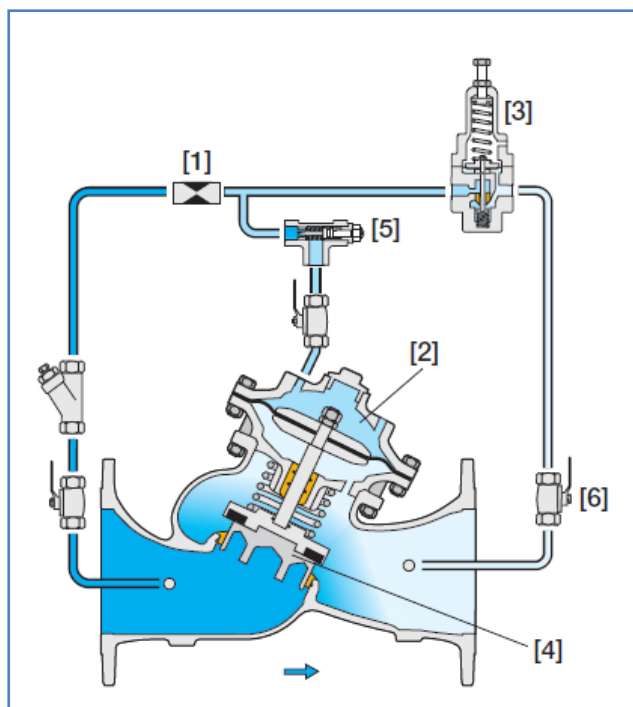


VRP BERMAD modelo 720

Operación de la válvula:

La válvula modelo 720 tiene un piloto reductor de presión, ajustable, de 2 vías. La restricción (1) permite el flujo constante de la entrada de la válvula a la cámara superior de control (2). El piloto (3) percibe la presión aguas abajo. Si la presión se eleva por encima del valor predefinido, el piloto permite la acumulación de presión en la cámara superior de control, lo cual hace que la válvula se cierre y así la presión aguas abajo desciende a un nivel inferior al predefinido. Si la presión aguas abajo es menor que el valor predefinido del piloto, el piloto libera la presión acumulada haciendo que la válvula principal se abra. El tapón V-port (opcional) (4) aumenta la proporción entre el caudal y la carrera de la válvula, con lo cual se obtiene una regulación más suave, estable y precisa. El orificio integral entre la cámara inferior de control y la salida de la válvula modera la reacción de la válvula. La válvula de aguja de control de caudal unidireccional (5) estabiliza la reacción de la válvula en condiciones difíciles de regulación, restringiendo la salida del flujo de la cámara de control. La llave instalada aguas abajo (6) permite el cierre manual.

Esquema de operación de la válvula.



ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DEL PILOTO

Materiales estándar:

Piloto: Cuerpo: Acero inoxidable 316 o bronce

Elastómeros: Caucho sintético

Resorte (muelle): Acero galvanizado o acero inoxidable

Tubería y conectores: Acero inoxidable 316 o cobre y latón

Accesorios: Acero inoxidable 316, latón y elastómeros de caucho sintético

Rango de ajuste del piloto:

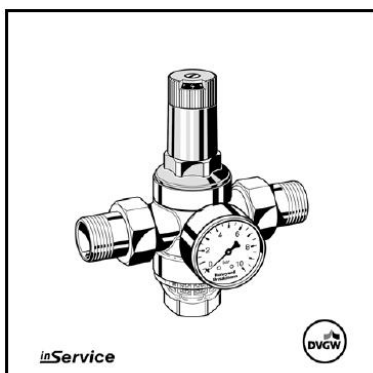
- 0.5 a 3 bar (7 a 40 psi)
- 0.8 a 6.5 bar (11 a 95 psi)
- 1 a 16 bar (15 a 230 psi)
- 5 a 38 bar (70 a 360 psi)

NOTAS:

- Para un óptimo ajuste del tamaño y el análisis de cavitación se requieren los datos de presión de entrada, presión de salida y caudal.
- Velocidad continua del flujo recomendada: 0.3 a 6 m/s.
- Presión mínima de trabajo: 0.7 bar (10 psi)
- Si la presión es menor, consulte a la fábrica.

DATOS TECNICOS:

- Tamaño: DN 40 A 900 (1 ½" A 36")
- Conexiones Terminales (presiones nominales):
- Brida: ISO PN16, PN 38 (ANSI Clase 150, 300)
- Rosca: BSP o NPT
- Otras: disponibles a pedido
- Formas de válvulas: "Y" (globo) y angular, globo (DN 600-900, 24" A 36")
- Temperatura de trabajo: Agua hasta 80°C
- Material estándar:
- Cuerpo y actuador: Hierro dúctil
- Piezas internas: acero inoxidable, bronce y acero revestido
- Diafragma: caucho sintético Nylon reforzado
- Juntas (selladuras): caucho sintético
- Revestimiento: Epoxy adherido por fusión (FBE) aprobado por RAL 5005 (Azul) para agua potable o polvo electrostático de polyester



Para sistemas domésticos con tuberías con diámetros entre 1 ¼" y 2" también se recomiendan las VRP marca **HoneyWell D06F**:

VRP marca Honeywell D06F.

NORMAS DE INSTALACION:

- Preferiblemente instalar en tramos de tubería horizontales con el vaso del filtro hacia abajo. Esta posición asegura un funcionamiento óptimo del filtro.
- Instalar válvulas de corte.
- Nos permite realizar mantenimientos sin necesidad de desmontar la tubería.
- Asegurar una buena accesibilidad: manómetro visible, se puede controlar el grado de ensuciamiento a través del vaso transparente del filtro. Simplifica el mantenimiento y la inspección.
- En aplicaciones residenciales donde se precisa la máxima protección contra la suciedad, instalar un filtro antes de la válvula reductora.
- Si se dispone de espacio, se recomienda instalar después de la válvula reductora un tramo recto de tubería de longitud igual a 5 veces el diámetro nominal de la válvula.

Accesorios de Ho.Fo.

Todos los accesorios solicitados en este grupo, deberán estar de acuerdo al American Standard for Cast-Iron Fittings, 3 in Through 48In, for Water and Other liquids designation ANSI-A 21-10 – 87 o AWWA C 110/21,10-87 y la International Organization for Standardization Standard No. 3831, para presión de servicio de ASA 138 y uniones de brida según ANSI B-16, 1-1960. Deberán traer sus respectivos compañeros de bridas de Ho.Fo. Con sus empaques de caucho, pernos y tuercas de acero inoxidable. Todos los accesorios de extremos lisos serán de diámetro exterior igual al diámetro exterior de los tubos PVC.

Calidad de Accesorios PVC

Los accesorios se limitarán a todos aquellos elementos comunes utilizados para la instalación de tubería entre ellos se pueden mencionar: codo, tee, reductor, etc.

Todos los accesorios a instalar de PVC, serán de extremos lisos clase SCH-40.

6.2 Instalación

Para la instalación de válvulas y accesorios (tee, codos, etc.), en lo que corresponde a excavación, cortes en la tubería y baldeo de aguas deben seguirse los pasos explicados en la instalación de tubería para estos conceptos.

Antes de proceder a la instalación de las válvulas y cualquier otro accesorio, el Contratista, los examinará cuidadosamente. El material encontrado defectuoso será separado para su correcta reparación o para su abandono.

Las válvulas deberán ser instaladas en los lugares fijados por los planos. Toda válvula deberá ser instalada de modo que su eje quede completamente vertical. Su instalación completa deberá comprender caja protectora, bloque de reacción y anclaje.

Cuando se trate de accesorios y válvulas con extremos de brida, deberán usarse longitudes cortas de tubería en cada una de los extremos. El objeto de esto es dar flexibilidad a la instalación. Cuando se tengan uniones flexibles no es necesario el uso de estas piezas cortas.

Se instalará una caja de válvulas por cada válvula a ser instalada.

El terreno de la zanja sobre el cual habrán de descansar las cajas de válvulas, deberá estar perfectamente compactado, para evitar asentamientos. Las cajas deberán armarse en forma segura, y deberán ser colocadas en forma tal, que la tapa quede a ras con la superficie del terreno o de la calle.

7. RELLENO Y COMPACTACION.

7.1 Requerimiento para Relleno de Zanjas

Durante el relleno de las zanjas es necesario ajustarse a los siguientes requerimientos:

- A menos que se indique lo contrario, o que circunstancias especiales así lo exijan, no se rellenarán las zanjas hasta que la tubería haya sido probada, desinfectada y lavada, todo ello a satisfacción del Ingeniero.
- La primera etapa de relleno llega hasta $\frac{1}{4}$ de diámetro del tubo, este será colocado en capas que no excedan los 10 centímetros de espesor, cuidadosamente apisonadas una sobre otra y muy particularmente, debajo del tubo y sus costados, hasta un nivel que corresponda a $\frac{1}{4}$ del diámetro del tubo. Al terminar el apisonado del fondo de la zanja, se usará un azadón de forma curva para proveer un apoyo uniforme y continuo para el cuadrante inferior de los tubos.
- La segunda etapa de compactación de zanjas inicia sobre la anterior, y consiste en seguir compactando el relleno en capas no mayores de 10 centímetros, hasta alcanzar un espesor de 0.30 metros sobre la corona del tubo.
- En estas dos primeras etapas de relleno, solo se utilizarán materiales escogidos de la excavación (relleno común), tierra suelta libre de piedras, madera y cualquier tipo de materia orgánica susceptible de descomposición, etc. También podrá utilizarse material selecto o una combinación de ambos, u otro material aprobado por El Ingeniero. La compactación mínima aceptable para estas capas de relleno será del 95% PROCTOR Standard. Si los materiales de la excavación no fuesen apropiados para el relleno, el Contratista obtendrá por su cuenta, y en otro sitio, los materiales requeridos.
- La tercera etapa consiste en el relleno de la profundidad restante de la zanja hasta alcanzar el nivel original del terreno, compactando capas no mayores de 15 centímetros. Como material de relleno se utilizará el extraído de la misma excavación, pero escogido, libre de basura, piedras mayores de 10 centímetros de diámetro, ramas, palos y materia orgánica en general.

- Antes de la terminación y aceptación final de todo el trabajo, le será requerido al Contratista rellenar y recoronar todas las zanjas que se hayan hundido bajo el nivel de la superficie original.

7.2 Requerimiento para Relleno Estructural y Terraplenes

Durante el relleno estructural o de terraplenes es necesario ajustarse a los siguientes requerimientos:

- Las zonas excavadas alrededor de las estructuras, deben ser llenadas con material granular permeable, colocados en capas horizontales que no excedan de 15 centímetros de espesor, hasta alcanzar el nivel original del terreno.
- En caso que se remueva material por debajo de los niveles de fondo de las estructuras, por encontrarse material inestable, los rellenos tanto debajo de la plantilla como el que será necesario para forjar los taludes, tendrá que hacerse en capas de 0.10 metros como máximo, y compactarse al 95% PROCTOR. Los taludes para estas obras deberán ser conformados a mano.
- En caso de que el material proveniente de la excavación sea considerado apropiado por el Ingeniero, este podrá ser utilizado para los rellenos.
- De preferencia, la conformación lateral deberá ejecutarse en forma tal, que la sección definitiva de las diversas estructuras se pueda formar por cortes del suelo natural o relleno y no por relleno adicional.
- Al hacer rellenos o terraplenes, detrás de estribos, pilas o muros, hasta donde sea posible, el material deberá ser colocado simultáneamente, aproximadamente a la misma altura en ambos lados de la estructura. Si las condiciones exigiesen la colocación del relleno o terraplén hasta una altura notablemente más alta en un lado que en el contrario. El material adicional en el lado más alto no deberá ser colocado hasta que el Ingeniero hubiese otorgado su permiso, y es preferible no hacerlo, además hasta que la estructura tenga 14 días de edad, o hasta que

ensayos hechos por el laboratorio, bajo la supervisión del Ingeniero, hayan comprobado que los materiales hubiesen alcanzado suficiente resistencia para soportar sin daños o deformaciones un factor de seguridad adecuado, las presiones producidas por los métodos utilizados o los materiales colocados.

- Los rellenos y terraplenes no deberán ser colocados detrás de las paredes de cajas de concreto reforzado, estribos o estructuras de marcos rígidos, hasta que la losa superior haya sido colocada y curada adecuadamente. Detrás de estribos sostenidos en su parte superior por la superestructura.
- Todos los terraplenes adyacentes a estructuras deberán construirse en capas horizontales, compactadas según se prescribe en el capítulo de compactación, excepto que se permitirá el uso de apisonadoras mecánicas para obtener la compactación exigida.
- Se deberá poner especial cuidado para evitar que los rellenos produzcan “acción de cuña”, contra la estructura; y los taludes que limitan o están dentro del área por rellenar, deberán ser escalonados o dentados para evitar la acción de cuña.
- La colocación del material para los terraplenes y el escalonado de los taludes, deberá hacerse en tal forma, que continuamente haya una berma horizontal de material concienzudamente compactado en una longitud por lo menos igual a la altura del estribo o muro contra el cual se coloque el relleno, exceptuando donde el suelo original, sin perturbar, interfiriese dentro de esta área.
- En caso de que se requiera, se utilizará piedra triturada, arena gruesa o grava, para proporcionar un filtro adecuado para el drenaje de llorones o barbalanas.

7.3 Tipos de Relleno

Por su Profundidad - Relleno Normal

Se llamará relleno normal a todo aquel cuyo rango de profundidad de aplicación sea de 0.00 a 1.50 metros.

Por su Profundidad - Relleno Adicional

Se llamará relleno adicional a todo aquel cuyo rango de profundidad de aplicación comprenda desde los 1.50 metros hasta los niveles de desplante establecidos en los planos.

Por el Tipo de Material - Relleno Común

Llamaremos relleno común a todo aquel donde se utilice el mismo material extraído de la propia excavación, o de otra fuente, libre de terrones grandes, cenizas, basuras, plantas, hierbas u otros materiales orgánicos degradables y que sea aprobado por el Ingeniero.

El relleno deberá tener alrededor del 2% de agua natural, con relación al peso seco de material original.

Por el Tipo de Material - Relleno Especial

Llamaremos relleno especial, todo aquel donde se utilice material selecto, o bien, otro tipo de material que no sea el extraído de la propia excavación.

7.4 Relleno al Interrumpir el Trabajo

Si se discontinúa el trabajo por completo, o ya sea que cualquier excavación quedara descubierta por un período de tiempo no razonable, antes de la

construcción del sistema de abastecimiento de agua potable, por razones de fuerza mayor o fuera de control por parte del Contratista, éste deberá rellenar por cuenta propia tales excavaciones, hasta que se reinicien las labores constructivas.

7.5 Requerimiento para Compactación de Zanjas

Durante la compactación de las zanjas es necesario ajustarse a los siguientes requerimientos:

- Cada capa de material de relleno con una humedad aceptable, que no sea ni muy baja (falta de agua), ni excesivamente saturada (exceso de agua), será compactada adecuadamente.
- La capa de relleno, (material especial escogido de la excavación) hasta los 30 centímetros sobre la corona del tubo, será compactada con apisonadoras manuales de madera o metálicas, en capas de 10 centímetros, hasta lograr una apariencia de compactación sólida y de densidad uniforme.
- Las capas de relleno, después de los 30 centímetros de la corona del tubo hasta el nivel de rasante de la calle, con un contenido de humedad óptimo y homogéneo, serán compactadas con un equipo motorizado y vibratorio, de tal manera, que sometidas a pruebas de compactación, se obtenga al menos un porcentaje de compactación del 95% del peso volumétrico seco de este material con respecto al peso volumétrico seco máximo de laboratorio, fijado por la prueba AASHTO T-99, Método C.

7.6 Requerimiento para Compactación de Excavaciones Estructurales

Las zonas excavadas alrededor de estructuras, deben ser compactadas en capas que no excedan los 15.00 centímetros de espesor, hasta alcanzar el nivel original del terreno.

Cada capa deberá ser humedecida y secada, según sea necesario, y

compactada con equipo apropiado, aprobado por El Ingeniero.

7.7 Requerimientos para Compactación de Terraplenes

Durante la compactación de terraplenes es necesario ajustarse a los siguientes requerimientos:

- El Contratista deberá compactar el material colocado en todas las capas del terraplén y el material que se escarificado hasta la profundidad señalada, debajo de la subrasante, en las secciones de corte, hasta alcanzar una densidad uniforme, no menor del 95% del peso volumétrico seco máximo fijado por la prueba AASHTO T 99, Método C, con un contenido de humedad que El Ingeniero considere adecuado para obtener tal densidad.
- Durante el avance del trabajo, el Ingeniero hará pruebas de densidad del material compactado, de acuerdo con los métodos de prueba AASHTO T 191, T 205, u otros métodos aprobados para pruebas de densidad en el terreno, incluyendo el empleo de aparatos nucleares debidamente calibrados para estos ensayos. De acuerdo con AASHTO T 224, se deberá hacer una corrección a los resultados, debido a la presencia de partículas gruesas. Si mediante tales ensayos, el Ingeniero decidiese que los requisitos sobre densidad y humedad no han sido satisfechos, el Contratista deberá llevar a cabo el trabajo adicional que pudiera ser necesario para cumplir las condiciones estipuladas.
- Los requerimientos de densidad no se aplicarán a las porciones de terraplén que se construyan con materiales que no pueden ser ensayados de acuerdo a métodos aprobados.
- Cualquiera de las aplanadoras, vibradoras o compactadoras asignados a la tarea de compactar terraplenes deberá compactar el ancho total del terraplén, con un mínimo de tres pasadas completas para cada capa de relleno.

8. SUMINISTRO E INSTALACION DE CONEXIONES DOMICILIARES.

8.1 Materiales

La tubería a utilizarse en las conexiones domiciliarias será de cloruro de polivinilo (PVC) el cual deberá ajustarse a las normas ASTM D-2241-73, Cédula SDR-13.5 para una presión de trabajo de 315 psi. El tipo de unión para la tubería de 1/2" será con extremo acampanado para hacer uniones cementadas.

Los accesorios de PVC de la conexión serán Cédula 40.

Los accesorios de Hierro Galvanizado serán de tipo peso Standard y deberán ajustarse a la especificación ASTM A72-45 con galvanización de acuerdo con ASTM A90-39.

La válvula de chorro será igual o similar a la mostrada en el catálogo NIBCO 5-100-D de Indiana USA y tendrán rosca macho en ambos extremos.

Para garantizar el sello en las uniones de juntas roscadas se recomienda el empleo de envoltura de teflón. No se permitirá el empleo de Permatex o similares en uniones roscadas de PVC con Hierro Galvanizado.

El pegamento a suministrarse debe cumplir con la Norma D-3864, la cual rige las especificaciones para el cemento solvente. Esta es una solución de PVC clase 12454-B.

8.3 Actividades Constructivas

Excavación

El trazado de las conexiones será a 90⁰ respecto a la tubería de alimentación de la conexión. Las excavaciones se realizarán con este alineamiento, variando la profundidad de 1.00 m., en el punto de conexión de la tubería principal y 0.6 m en el final de la misma. Los costados de la zanja deberán ser verticales y el

fondo conformado a mano de tal manera que se obtenga un apoyo uniforme continuo en toda su longitud.

El ancho de la zanja no deberá exceder de 0.60 m.

Cuando en el fondo de la zanja se encuentren materiales inestables, basura o materiales orgánicos, deberán ser removidos y reemplazados por material granular. El Contratista removerá toda agua que se colecte en las zanjas mientras se están haciendo las conexiones. No se permitirá la entrada de agua a las tuberías.

El agua encontrada será eliminada de una manera satisfactoria para el Ingeniero.

9. CONCRETO, ACERO DE REFUERZO Y MAMPOSTERIA.

9.1 Concreto

Toda mención hecha en estas Especificaciones o indicadas en los planos, obliga al Contratista a suplir e instalar cada artículo, material o equipo, con el proceso indicado y con la calidad requerida, o sujeta a calificación, y a suplir la mano de obra, equipo y otros bienes complementarios necesarios para la terminación de cualquier obra que incluya concreto, mampostería, acero, o una combinación de ellos en sus etapas constructivas.

Normas y Especificaciones

Se deberá cumplir las normas mínimas constructivas del Reglamento Nacional de Construcción, de Mayo de 1993.

En la fabricación, transporte y colocación del concreto deberán cumplirse todas las recomendaciones del American Concrete Institute (A.C.I.), contenidas en el último Informe del Comité A.C.I. - 301.

Se consideran también incluidas en estas especificaciones y por consiguiente obligatorias, todas aquellas normas o especificaciones de la American Society of Testing Materials (ASTM) incluidas o simplemente mencionadas en estas especificaciones o en los códigos anteriormente citados.

Resistencia del Concreto

Todo el concreto empleado tendrá un revestimiento mínimo de 2" y no mayor de 4" y/o conforme el diseño del concreto sometido por el Contratista y aprobado por el Ingeniero.

La resistencia a la compresión especificada se medirá en cilindros de 15 x 30 centímetros a los 28 días de edad de acuerdo a las normas ASTM C-39-66.

El Contratista tomará cilindros de la mezcla de hormigón según lo ordene el Ingeniero, para determinar su resistencia por medio de ensayos de laboratorios, los cuales serán pagados por el Contratista. Se tomarán dos (2) cilindros por llena por frente de trabajo por día. En caso de sospecha de alguna bachada de concreto, el Ingeniero podrá ordenar toma de cilindros adicionales.

La mezcla de concreto fresco empleada en todas las estructuras deberá ser de una consistencia conveniente, sin exceso de agua, plástica y trabajable, a fin de llenar completamente los encofrados, sin dejar cavidades interiores o superficiales.

El concreto empleado en la construcción de losas, vigas, cajas, columnas y otros elementos estructurales, excepto donde se indique lo contrario, tendrá una resistencia a la compresión de 210 kg/cm^2 (3,000 PSI).

Materiales del Concreto

Cemento. .El cemento a utilizarse en la preparación de mezclas de hormigón, será de una marca conocida de cemento Portland Tipo I, y deberá cumplir en todo con las especificaciones ASTM-C-150-69.

Deberá llegar al sitio de la construcción en sus empaques originales y enteros, ser completamente fresco y no mostrar señales de endurecimiento. Todo cemento dañado o ya endurecido será rechazado por el Inspector. El cemento se almacenará en bodegas secas, sobre tarimas de madera, en estibas de no más de 10 (diez) sacos.

Agua. El agua a emplear en la mezcla de concreto deberá ser potable y limpia, y estar libre de grasas y aceites, de materia orgánica, sales, ácidos, álcalis o impurezas que puedan afectar la resistencia y propiedades físicas del concreto o del refuerzo. Deberá ser aprobada previamente por el Ingeniero.

Agregados. Entiéndase por agregados, la arena y grava empleados en la mezcla del concreto, los cuales deberán ser clasificados según su tamaño, y deben ser almacenados en forma ordenada para evitar que se revuelvan, se ensucien o se mezclen con materiales extraños. Deben cumplir con todas las especificaciones de la ASTM para los agregados de concreto designación C-33-67.

La grava deberá ser limpia, pura y durable, el tamaño máximo permitido de agregado grueso será de $1/5$ (un quinto) de la dimensión mínima de la formaleta de los elementos, o de $3/4$ (tres cuartos) del espaciamiento libre entre varillas de refuerzo, según recomendaciones de la Norma ACI-211.1-81.

La arena deberá ser limpia, libre de materia vegetal, mica, limo, materias orgánicas, etc. La calidad y granulometría de la arena debe ser tal que cumpla con los requisitos de las especificaciones ASTM C-33-59, y permita obtener un

concreto denso sin exceso de cemento, así como de la resistencia requerida.

Mezclado del Concreto

La mezcla se deberá hacer en una mezcladora mecánica con no menos de 1½ minutos de revolución continua, una vez que todos los ingredientes hayan sido introducidos dentro de la mezcladora.

No se permitirá el uso de concreto que tenga más de 45 minutos de haberse mezclado, a menos que hayan utilizado aditivos especiales, autorizados por el Ingeniero.

Se permitirá el uso de concreto premezclado siempre y cuando reúna las condiciones indicadas en estas especificaciones y esté de acuerdo con la especificación ASTM-C-99.

El Ingeniero podrá autorizar la mezcla del concreto a mano; debiendo hacerse entonces sobre una superficie impermeable (bateas, etc.), primero logrando una mezcla de aspecto uniforme y agregando después el agua dosificadamente, en pequeñas cantidades hasta obtener un producto homogéneo. Se tendrá especial cuidado durante la operación de no mezclar con tierra e impurezas.

No se permitirá hacer la mezcla directamente sobre el suelo.

Transporte y Colocación del Concreto

Antes de proceder a la colocación del concreto, el Ingeniero deberá aprobar los encofrados y moldes, el refuerzo de acero, la disposición y recubrimiento de las varillas y todos los detalles relacionados.

Para tal efecto, el Contratista deberá notificar al Ingeniero con dos (2) días de

anticipación la fecha y hora aproximada en que se propone iniciar el colado del concreto y el tiempo aproximado que durará dicha operación. En todo caso, el Contratista no procederá a la colocación del concreto sin la autorización expresa del Ingeniero y sin la presencia de éste.

El equipo de transporte debe ser capaz de llevar el suministro del concreto al sitio de colocación sin segregación y sin interrupciones que permitan la pérdida de plasticidad entre colados sucesivos.

Antes del colado del concreto, todos los encofrados o moldes deberán limpiarse, eliminando de ellos toda basura o materia extraña; también los encofrados deben humedecerse antes del vaciado para evitar que absorban agua de la mezcla de concreto.

El colado debe efectuarse a tal velocidad, que el concreto conserve su estado plástico en todo momento y fluya fácilmente dentro de los espacios entre las varillas. Una vez iniciado el colado este deberá efectuarse en forma continua hasta que termine el colado del tablero o sección.

Durante la colocación, todo concreto en estado blando deberá compactarse con vibrador para que pueda acomodarse enteramente alrededor del esfuerzo. El colado del concreto debe interrumpirse en caso de lluvia, tomando las medidas apropiadas para proteger de ella los elementos recién colados.

Los elementos estructurales de concreto deberán piquetearse, no antes de tres (3) días después de haberse desencofrado, para aplicar acabado fino.

Encofrado

Las formaletas con sus soportes tendrán la resistencia y rigidez necesarias para soportar el concreto sin movimientos locales superiores a la milésima de luz. Los

apoyos estarán dispuestos de modo que en ningún momento se produzcan sobre la obra ya ejecutada superiores al tercio ($1/3$) de los esfuerzos de diseño.

Las juntas de las formaletas, no dejarán rendijas de más de tres (3) milímetros, para evitar pérdidas de la lechada, pero deberán dejar la holgura necesaria para evitar que por efecto de la humedad durante el colado se compriman y deformen los tablones, en el caso de usar madera.

Se usará una película de aceite quemado en la cara de la formaleta en contacto con el concreto para evitar descascaramientos de la superficie del concreto colado al retirar la formaleta.

Desencofrado

Ninguna carga de construcción deberá apoyarse sobre alguna parte de la estructura en construcción, ni se deberá retirar algún puntal de dicha parte, excepto cuando la estructura, junto con el sistema restante de cimbra y de puntales tenga suficiente resistencia como para soportar con seguridad su propio peso y las cargas soportadas sobre ella.

El desencordado deberá hacerse de tal forma que no perjudique la completa seguridad y durabilidad de la estructura. El concreto que se descimbre debe ser suficientemente resistente para no sufrir daños posteriores.

Durante la actividad de descimbrar se cuidará de no dar golpes ni hacer esfuerzos que puedan perjudicar al concreto.

El tiempo mínimo para retirar las formaletas es de: 28 días para losas y vigas aéreas; 7 días para las paredes de concreto armado; 2 días en los costados de columnas, de paredes y de vigas.

En ningún momento se permitirá cargar la estructura con almacenamiento de

materiales, equipos o cualquier otro tipo de sobrecarga extraordinaria durante el tiempo que dure el concreto en alcanzar su resistencia de diseño.

Curado del Concreto

Después de la colocación del concreto deben protegerse todas las superficies expuestas a los efectos de la intemperie, sobre todo del sol y de la lluvia. El curado se iniciará tan pronto el concreto haya endurecido suficientemente a juicio del Ingeniero.

Se cuidará de mantener continuamente húmeda la superficie del concreto, durante los primeros siete (7) días. Se evitarán todas las causas externas, como sobrecargas o vibraciones, que puedan provocar fisuras o agrietamiento en el concreto sin fraguar o sin la resistencia adecuada.

El Contratista debe acatar todas las indicaciones que le haga el Ingeniero al respecto. Todos los repellos y acabados de paredes deben curarse en igual forma.

Reparación de Defectos en el Concreto

Todos los defectos en el concreto, segregaciones superficiales (ratoneras), deben repararse picando bien la sección defectuosa, eliminando todo el material suelto.

Las zonas o secciones defectuosas deben rellenarse con concreto o mortero en base de epóxicos, siguiendo las instrucciones del Ingeniero.

9.2 Acero de Refuerzo

Características de las Varillas

El acero de refuerzo serán barras deformadas según las especificaciones ASTM-A-305 y también deberá cumplir con las especificaciones de la ASTM-A-615 Grado 40 con límite de fluencia $F_y = 2,800 \text{ kg/cm}^2$.

El acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido superficial. Las varillas se doblarán en frío, ajustándolas a los planos y especificaciones del Proyecto, sin errores mayores de un (1) centímetro.

Los dobleces de las armaduras, salvo especificación estricta en los planos, se harán con radios superiores de siete y media (7.5) veces el diámetro.

Colocación del Acero de Refuerzo

Las varillas se sujetarán a la formaleta con alambre de hierro dulce #16 y tacos de concreto o piedra, y entre sí, con ataduras de alambre de hierro dulce #16, de modo que no puedan desplazarse durante el chorreado del concreto y que éste pueda envolverlas completamente.

Recubrimiento

Salvo indicación especial en los planos, las barras quedarán separadas de la superficie del concreto por lo menos 7.5 centímetros cuando es colado directamente en el suelo sobre pisos y cimientos y entre 4 y 5 centímetros de las paredes laterales del suelo vertical o de la intemperie y 2.5 centímetros en las columnas.

La separación entre varillas paralelas será, como mínimo, igual a dos y medio

(2.5) centímetros o una y media (1.5) veces el diámetro del mayor agregado grueso utilizado.

La posición de las varillas se ajustará a lo indicado en los planos del proyecto y las instrucciones del Ingeniero. Cualquier cambio en la disposición o tamaño de las varillas deberá ser autorizado previamente por el Ingeniero. Ninguna varilla parcialmente ahogada en concreto se doblará en el campo. Se revisará la correcta disposición del acero de refuerzo, antes de proceder a la llena.

Medición y Pago

Todos los trabajos de acero, deberán medirse por metro lineal armado, esto incluye el número de varillas de cada sección típica armada, estribos, amarres, mano de obra, etc. Como este tipo de trabajo está siempre inmerso en una actividad principal, los trabajos en acero, deberán ser medidos y tomados en cuenta en el precio unitario del rubro que lo contiene.

9.3 Mampostería

Toda mención hecha en estas especificaciones o indicado en los planos, obligan al Contratista a suplir e instalar, cada artículo, material o equipo con el proceso o método indicado y de la calidad requerida o sujeta a calificación y suplir toda la mano de obra, equipo y complementos necesarios para la terminación de cualquier obra del proyecto que utilice el recurso de mampostería.

Repello y Fino de Paredes

Este ítem abarca todos los trabajos del proyecto que conlleven la actividad de repello y afinado de superficies, es aplicable a todos los elementos que componen el presente proyecto.

Se repellarán y afinarán todas las superficies indicadas en los planos, ya sean externas o internas. El repello de las superficies se ejecutará con el mortero correspondiente, lanzándolo con fuerza con la paleta extendiéndolo después con la llana. Deberá tenerse la precaución de colocar previamente maestras verticales bien aplomadas y en línea, en número suficiente para asegurar una superficie plana y de aristas perfectas.

Las superficies de concreto que deben repellarse, serán piqueteadas totalmente para asegurar la adhesión del mortero. No se permitirá piquete salteado. En lugar del piqueteado, se podrá utilizar productos químicos aprobados que garanticen la adherencia.

Deberá usarse la siguiente proporción: una (1) parte de cemento PORTLAND y cuatro (4) partes de arena.

El repello deberá protegerse bien contra secados muy repentinos y contra los efectos del sol y viento hasta que haya fraguado lo suficiente para permitir rociarlo con agua. Se curará durante siete (7) días con abundante agua.

Los cajones para la mezcla se mantendrán limpios de materiales endurecidos. La cantidad de mezcla estará regulada de manera que se usará toda dentro de dos (2) horas después de mezclada. No se permitirá ablandar una mezcla ya parcialmente endurecida.

El fino se aplicará a golpes de llana de madera, sobre la superficie repellada, dándole el espesor mínimo necesario para cubrir las desigualdades de la superficie, puliéndola enseguida. Las superficies deberán rociarse con agua por lo menos durante tres días.

La mezcla de mortero para repello estará dada en la proporción de una (1) parte de cemento PORTLAND y cuatro (4) partes de arena por unidad de volumen. El

espesor del repello será de aproximadamente un (1) centímetro.

El mortero para fino consistirá en una mezcla con proporción de dos (2) partes de cemento PORTLAND, cinco (5) de cal y una (1) de arenilla fina. El espesor de los finos será de medio (0.5) centímetro.

10. ESPECIFICACIONES AMBIENTALES GENERALES

El contratista se compromete a evitar crear condiciones que afecten negativamente el ambiente donde se está llevando a cabo la realización de la obra, en consecuencia deberá evitar que se formen acumulaciones de basura, que se derrame aceite, que quede concreto o cemento sobre el suelo, agua estancada , enterrar desechos de cualquier clase debiendo considerarse lo anteriormente señalado como simplemente enunciativo pues el contratista deberá evitar perjudicar la ecología de la zona, debiendo tomar todas las medidas de mitigación y prevención necesarias para ello:

- **Mitigación de tolvaneras.**

Para evitar las tolvaneras, producto de la acción del viento en la tierra suelta proveniente de las excavaciones, se deberá disponer de un camión pipa para humedecer con agua la tierra removida.

- **Inundaciones**

El Contratista deberá tomar las medidas de prevención pertinentes para evitar inundaciones de las áreas vecinas por realizar pruebas hidrostática e tuberías roturas accidentales de tuberías, etc. El contratista deberá disponer de la tierra suelta proveniente de las excavaciones a fin de evitar el estancamiento de aguas grises provenientes del vecindario, de igual manera para evitar la inundación de las viviendas con agua de escorrentía pluvial.

- **Residuos sólidos**

Los residuos, material de desechos, basuras y escombros de construcción generados por el proyecto, deberán ser removidos frecuentemente para mantener limpia el área del proyecto. Estos desechos deberán ser depositados en un botadero debidamente autorizado.

- **Higiene Ocupacional**

El Contratista deberá de manera continua dotar de agua apta para el consumo del Personal y obreros empleados en la obra para prevenir enfermedades por ausencia de esta o por mala calidad de la misma.

El Contratista deberá tomar las provisiones del caos, a fin de facilitar servicios higiénicos de su personal o construir al menos una letrina, la cual deberá cerrar al finalizar las obras.

A-11

PLANOS DE DISEÑO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Tecnología de la Construcción
Secretaría Académica

CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la Facultad de Tecnología de la Construcción hace constar que el (a) **BR. HERNÁNDEZ LÓPEZ CLAUDIA LINETT**, Carnet **No.97-12953-8**, Modalidad Sabatino, de conformidad con el Reglamento de Régimen Académico vigente de la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERIA CIVIL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los Veintinueve días del mes de octubre del año dos mil diecinueve.

DR. ING. **EFRAIN CHAMORRO BLANDÓN**.
SECRETARIO DE FACULTAD



CC: Archivo
DIECHB/mjgp.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
SECRETARÍA
Hoja de Matrícula

Nombre: Hernández López Claudia Linett
Carrera: ING: CIVIL
Turno: DIURNO SABATINO

Carnet: 97-12953-8.
Plan: 97
Trimestre: Primero 2019

Código	Materia	Grupo	Aula
-----	-----Ultima línea-----	-----	-----

29/10/2019

Estudiante



MATRICULA PARA MONOGRAFIA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
SOLVENCIA ECONÓMICA

Fecha: 24/10/18

Nombre del estudiante: Claudia Linett Hernandez Lopez.

Numero de carnet: 9712953-8

Carrera: Eng. Civil

Taller Monográfico: Seminario monografico modalidad Sabatino 2018.



Delegado Administrativo